

جمهورية مصر العربية  
وزارة الصناعة والثروة المعدنية  
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني  
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

# تكنولوجيا كهرباء، صناعية

الصف الثاني  
مراكز التدريب المهني

إعداد  
مهندس / محمد عزمي عبد الحميد  
مدير عام منطقة الجيزة

مراجعة  
مهندس / حسنين عبده الخواص  
مدير عام منطقة غرب الإسكندرية

١٩٩٩



جمهورية مصر العربية  
وزارة الصناعة والثروة المعدنية  
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني  
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

# تكنولوجيا كهرباء، صناعية

الصف الثاني  
مراكز التدريب المهني

إعداد

مهندس / محمد عزمى عبد الحميد

مدير عام منطقة الجيزة

مراجعة

مهندس / حسين عبده الخواص

مدير عام منطقة غرب الإسكندرية

حقوق الطبع والنشر محفوظة لمصلحة الكفاية الإنتاجية  
ولا يجوز الطبع أو النشر إلا بموافقتها

١٩٩٩

طبع بمركز طباعة القاهرة

مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند

لیکھا ہوا

فیضانِ ربانہ

مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند

عالمی

مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند

مکتبہ دارالعلوم دیوبند

مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند

مکتبہ دارالعلوم دیوبند  
مکتبہ دارالعلوم دیوبند

مکتبہ دارالعلوم دیوبند

PPPI



## تقديم

\*\*\*\*\*

تناول هذا الكتاب موضوعات ذات أهمية خاصة في مهنة الكهربائي الصناعية لتلاميذ مراكز التدريب المهني ، وقد روعي في اختيار هذه الموضوعات احتياجات التلاميذ لها لأغسابهم مزيدا من المعارف المتعلقة بالمهنة والمكملة لمهاراتهم الفنية . كما تضمن الكتاب في نهاية كل باب أسئلة للمراجعة والتي من شأنها قياس درجة استيعاب التلميذ للموضوعات الواردة بكل باب وذلك بهدف رفع كفاءة العملية التعليمية .

والله ولي التوفيق ، ، ، ، ،

مهندس/محمد عزمي عبد الحميد



## محتويات الكتاب

الموضوع	رقم الصفحة
<b>الباب الأول</b>	
ماكينات التيار المتردد	١
مولدات التيار المتردد	١٠
تصنيف مولدات التيار المتردد	١
تركيب مولدات التيار المتردد	٢
نظرية تشغيل مولدات التيار المتردد	٦
تشغيل مولدات التيار المتردد على التوازي	٧
الشروط الواجب توافرها لتشغيل مولدات	٧
التيار المتردد على التوازي	
تزامن مولدات التيار المتردد	٧
محركات التيار المتردد ثلاثى الأوجه	١٠
المحركات التزامنية	١٠
المحركات اللازامنية	١٢
المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف	١٣
المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى	١٥
طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	١٧
عكس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه	٢١
التحكم فى سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص	٢٣
السنجابى	

٢٦ المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه

٢٨ المحرك ذو المكثف

٣٢ المحرك ذو القطب المظلل

٣٧ المحركات التناظرية

٤٠ المحركات العامة

الباب الثاني

٤٤ مفاتيح الوقاية

٤٤ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسي

٤٥ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحراري

٤٨ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسي والحراري

٥١ المتممات الكهرومغناطيسية

٥٢ قواطع التيار

الباب الثالث

٥٢ اجراءات الوقاية من جهد التلامس الكهربى العالى

٥٧ أنواع الأخطاء الناتجة عن عدم سلامة العزل

٦١ اجراءات الوقاية بدون استخدام موصل واقى

٦٤ اجراءات الوقاية باستخدام الموصل الواقى

٦٤ التعادل

٦٥ التأريض الواقى



٦٦ دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

٦٨ دائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

## الباب الرابع

٧١ اعادة لف المحركات الكهربائية

٧١ اعادة لف محركات التيار المتغير ثلاثي الأوجه

٨٣ اعادة لف محركات التيار المتغير أحادي الوجه

٩٦ اعادة لف محركات التيار المستمر

٩٦ لفات العضو الثابت

٩٧ لفات العضو الدوار

٩٧ طرق اللف الأساسية

٩٨ اللف الانطباقي

١٠١ اللف التماجي

## الباب الأول

### ماكينات التيار المتردد

#### ١ - ١ مولدات التيار المتردد

#### ١ - ١ - ١ تصنيف مولدات التيار المتردد

تختلف مولدات التيار المتردد (المتغير) عن بعضها البعض من حيث:

أ - نوع الآلة المحركة للمولد .

ب - نظام الأقطاب .

ج - سرعة الدوران .

د - عدد الأوجه .

أولا : تصنيف المولدات من حيث نوع الآلة المحركة للمولد

#### ١ - المولدات التوربينية

وهي عبارة عن مولدات تدار بواسطة توربينات بخارية وغازية

وعادة ماتكون ذات قطبين وسرعتها ٣٠٠٠ لفة/دقيقة عند

تردد ٥٠ هيرتز وتصل قدرتها الى ٥٠٠ ميجاوات .

#### ٢ - المولدات الهيدروليكية

وهي عبارة عن مولدات تدار بواسطة توربينات مائية ويكون

عدد أقطابها كبير يصل الى ١٢ قطب أحيانا وتصل سرعتها

الى ٥٠٠ لفة/دقيقة وتكون قدرتها مساوية لقدرة المولدات

التوربينية .

#### ٣ - المولدات التي تدار بواسطة آلات الاحتراق الداخلي وهي

مولدات تدار بواسطة ماكينة ديزل ، وتكون سرعتها منخفضة

وعدد أقطابها كبير جدا وتتراوح قدرتها ما بين ٤٠ - ٧٥٠٠ كيلووات

ثانيا : تصنيف المولدات من حيث نظام الأقطاب



تكملة

تكملة

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٢

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٣

الحمد لله الذي هدانا لهذا

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٤

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٥

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٦

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٧

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٨

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٢٩

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٣٠

الحمد لله الذي هدانا لهذا

٣١

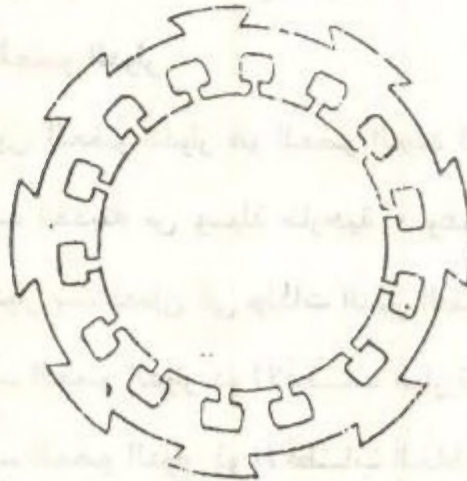
الحمد لله الذي هدانا لهذا

٣٢



شكل ( ١ ) الهيكل وبداخله القلب الحديدي

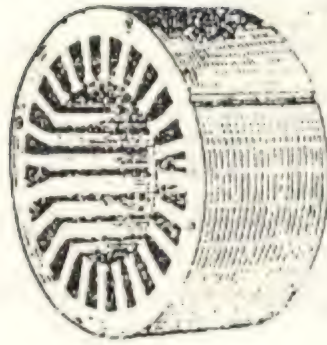
ويتكون القلب الحديدي من مجموعة من الرقائق المستديرة الشكل والمصنوعة من الصلب الكربوني • وتكون هذه الرقائق معزولة عن بعضها بالورنيش ومضغوطة مع بعضها مكونة في النهاية قلب عضو الاستنتاج ، والشكل ( ٢ ) يوضح احدى هذه الرقائق •



شكل ( ٢ ) رقائق قلب عضو الاستنتاج

والشكل ( ٣ ) يوضح القلب الحديدي بعد التجميع ، حيث يحتوى المحيط الداخلى لهذا القلب الحديدي على مجارى تحمل ملفات عضو الاستنتاج •





شكل ( ٣ ) قلب عضو الاستنتاج بعد التجميع

وتكون ملفات عضو الاستنتاج عبارة عن أسلاك نحاسية معزولة بالورنيش يتم تشكيلها على آلات لف خاصة ثم تعزل بشريط قطن وبعد ذلك تشبع بالورنيش وتوضع فى المجارى الخاصة بها وتوصل نهاية هذه الملفات بالدائرة الخارجية لتمدها بالتيار • وقد تكون هذه الملفات من نوع ملفات الوجه الواحد أو الملفات ثلاثية الأوجه وذلك حسب نوع المولد •

#### ثانيا : العضو الدوار

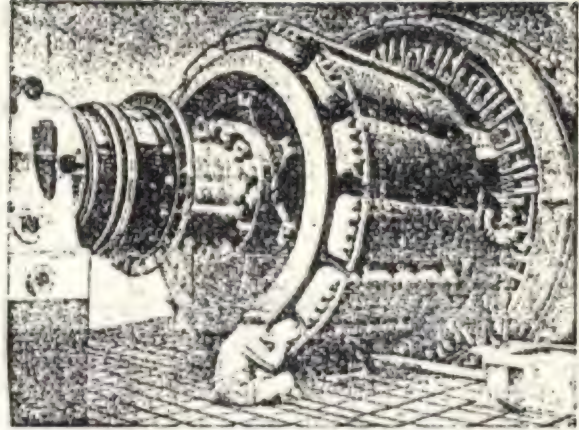
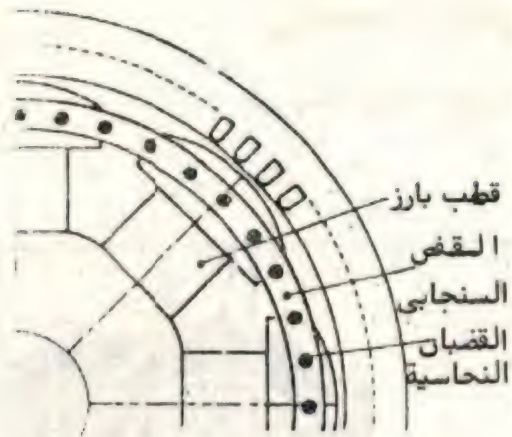
يكون العضو الدوار هو العضو المولد للمجال المغناطيسى وذلك بعد تغذيته من وسيلة خارجية • وهناك نوعان من العضو الدوار يستخدمان فى مولدات التيار المتغير هما :

أ - العضو الدوار ذو الأقطاب البارزة •

ب - العضو الدوار ذو الأقطاب الغاطسة الاسطوانية •

١ - العضو الدوار ذو الأقطاب البارزة

يستخدم هذا النوع من العضو الدوار فى مولدات التيار المتغير ذات السرعات المنخفضة التى تدار بماكنات الديزل • ويتكون من عدد كبير من الأقطاب البارزة • والشكل ( ٤ ) يوضح أحد هذه المولدات ، بينما يوضح الشكل ( ٥ )



شكل (٤) عضو دوار أقطاب بارزة      شكل (٥) مقطع في عضو دوار ذو أقطاب بارزة

مقطع في عضو دوار يحتوى على أقطاب بارزة • ويصنع القطب البارز اما من الصلب المسبوك ، حيث يتم تركيب أحذية الأقطاب المصنوعة من شرائح الصلب على الأقطاب • أو يصنع القطب بأكمله من رقائق حديدية معزولة عن بعضها بالورنيش ثم تجمع وتبرشم مع بعضها • وتتميز هذه المولدات بكبر قطرها وقصر طولها • وتوضع على هذه الأقطاب ملفات المجال ، حيث توصل أطراف هذه الملفات بطريقة تجعل كل قطب يخالف القطب الذى يليه فى القطبية • ويتم تغذية ملفات المجال بالتيار المستمر من خلال حلقات انزلاق عند تلامسها بفرش كربونية تتصل بمنبع التيار المستمر •

## ٢ - العضو الدوار ذو الأقطاب الغاطسة الاسطوانية

يستخدم هذا النوع من العضو الدوار فى مولدات التيار المتغير ذات السرعات العالية والذى تدار بالتوربينات الغازية والشكل (٦) يوضح هذا النوع من المولدات • وهنا يتكون العضو الدوار من مجموعة رقائق صلب تشابه تماما تلك الخاصة بمولدات التيار المستمر • ويوجد بهذه الرقائق مجموعة من المجارى موزعة





مغناطيسيا ، ونظرا لان ملفات المجال موجودة في العضو الدوار فانه عندما يدور العضو الدوار فان المجال المغناطيسي المتولد في ملفات المجال سوف يقطع ملفات عضو الاستنتاج مولدا بها جهدا متغيرا تتوقف قيمته على كل من تيار المجال وسرعة الدوران .

#### ١ - ١ - ٤ تشغيل مولدات التيار المتردد على التوازي

تزود غالبية محطات توليد القوى الكهربائية بعدد كبير من المولدات قد توصل جميعها بالشبكة في وقت ما ، وأحيانا يوصل بعض منها فقط في أوقات معينة وذلك تبعا للقدرة المطلوبة . وتوصيل المولدات يعنى توصيل مولد أو أكثر على التوازي مع مولد أو أكثر قائم بالعمل فعلا أى موصل بالشبكة . ولايتم ذلك الا اذا توافرت مجموعة من الشروط لحظة التوصيل .

#### ١ - ١ - ٤ الشروط الواجب توافرها لتشغيل مولدات التيار المتردد على التوازي

هناك مجموعة من الشروط يجب توافرها قبل توصيل مولد على التوازي مع مولد آخر (أو مع الشبكة) ليشترك في تغذية الأحمال وهذه الشروط هى :

- ١ - تساوى التردد المقنن للمولدين .
- ٢ - تساوى الجهد المقنن للمولدين .
- ٣ - أن يكون لهما نفس الوجهه .

ويطلق على عملية توصيل المولدات على التوازي مع الشبكة فى حالة ما اذا توافرت الشروط السابقة "التزامن" أو "التوافق" .

#### ١ - ١ - ٤ التزامن مولدات التيار المتردد

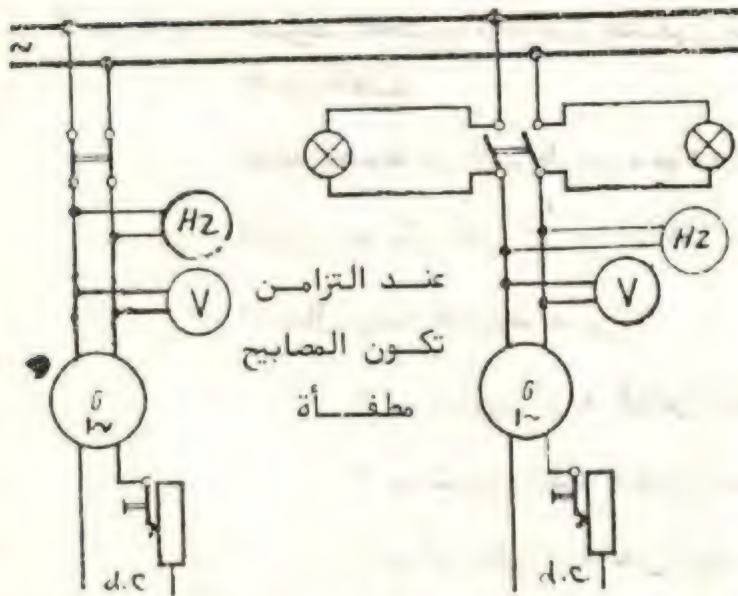
هناك عدة طرق لانجاز عملية التزامن فى مولدات التيار المتغير (المتردد) والتي تتلخص فيما يلى :



- ١ - التزامن باستخدام طريقة المصابيح المطفأة (المظلمة) •
  - ٢ - التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة •
  - ٣ - التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة والمطفأة معا •
  - ٤ - التزامن باستخدام جهاز التزامن •
- وسوف نعرض فيما يلي الطرق الأولى الثلاث •

#### أولا: التزامن باستخدام طريقة المصابيح المطفأة

في هذه الطريقة توصل المصابيح على التوازي مع ملامسات مفتاح التوصيل الرئيسي • فعندما يتساوى جهد وتردد كل من المولدين ويتحدان في الوجه فإن مصابيح التزامن تكون مظلمة لوقت قصير جدا وهنا يجب توصيل المولدين معا على التوازي والشكل (٨) يوضح دائرة التوصيل •

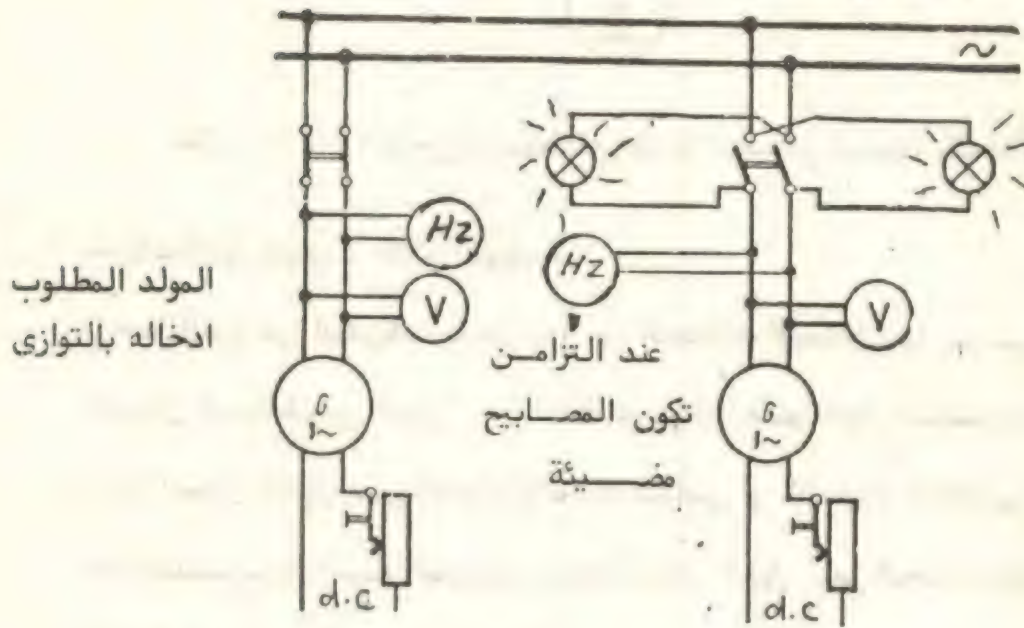


شكل (٨) التزامن باستخدام طريقة المصابيح المطفأة

#### ثانيا: التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة

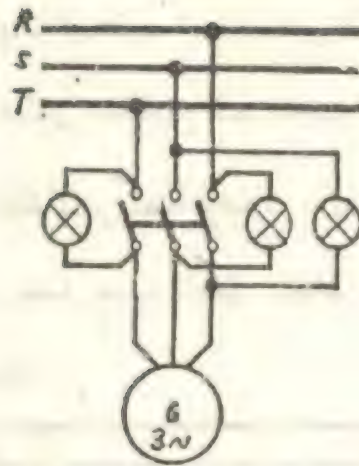
في هذه الطريقة توصل المصابيح بأطراف المفتاح الرئيسي عبر التقاطع كما هو موضح بالشكل (٩) • وهنا تضاء المصابيح بتوهج ثم تنطفئ بالتناوب • ومن خلال ضبط

سرعة وتردد المولد المطلوب ادخاله على التوازي تتباطأ  
عملية التوهج وتنطفئ المصابيح كلما اقترب المولد من  
التزامن وبعد ذلك تضيء لمدة وجيزة ، وفي هذه اللحظة  
يتحقق التزامن وهنا يجب توصيل المولد المطلوب  
ادخاله في الشبكة .



شكل ( ٩ ) التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة  
ثالثا : التزامن باستخدام طريقة المصابيح المضيئة والطفأة معا  
تستخدم هذه الطريقة في تزامن المولدات ثلاثية الأوجه ،  
حيث توصل مصابيح بطريقة متقاطعة مع أطراف توصيل  
المفتاح الرئيسى ومصابيح أخرى على التوازي والشكل ( ١٠ )  
يوضح ذلك . فعند التزامن تكون المصابيح المتقاطعة  
مضيئة والمصابيح الأخرى مطفاة وهنا يتم التوصيل  
بالشبكة .





شكل ( ١٠ ) التزامن باستخدام طريقة المصباح المضئ والمطفأة

## ١ - ٢ محركات التيار المتردد ثلاثي الأوجه

في هذا النوع من المحركات يدخل نوع من المجالات المغناطيسية يسمى "المجال المغناطيسي الدوار" • فإذا كانت سرعة العضو الدوار مساوية لسرعة المجال الدوار سمي المحرك بالمحرك التزامني أو "المحرك التوافقي" وإذا اختلفت سرعة العضو الدوار عن سرعة المجال الدوار سمي المحرك بالمحرك اللاتزامني أو المحرك اللاتوافقي •

## ١ - ٢ - ١ المحركات التزامنية

التركيب:

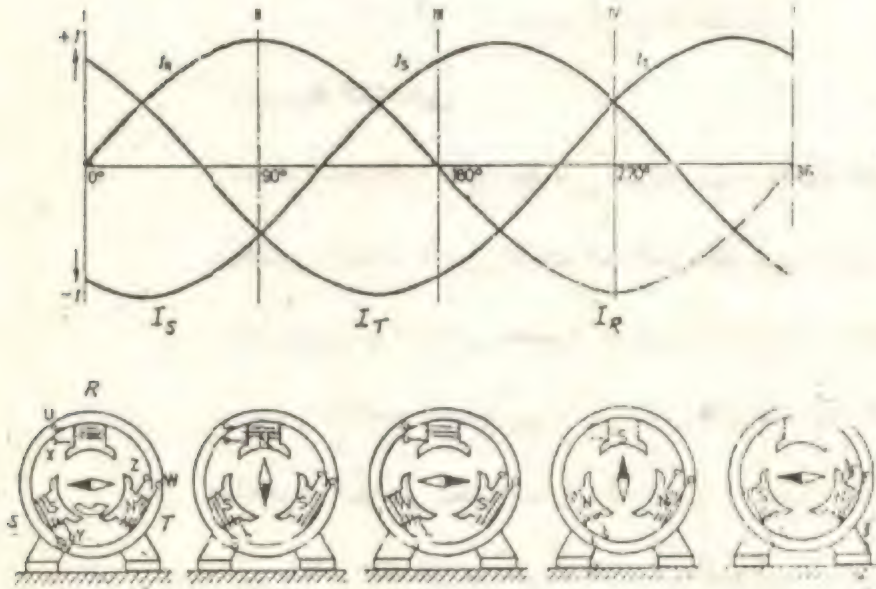
لا تختلف المحركات التزامنية ثلاثية الأوجه عن المولدات التزامنية ثلاثية الأوجه من حيث التركيب • فتنكون من جزئين أساسين هما:  
أ - العضو الثابت الذي يحمل ملفات العضو الثابت والتي تكون من نوع الملفات ثلاثية الأوجه •

ب - العضو الدوار الذي يحمل ملفات المجال والتي يمر بها تيار مستمر من خلال حلقات انزلاق • ويكون نوع العضو الدوار اما من النوع ذو الأقطاب البارزة أو من النوع الذي يحتوى على

### أقطاب غاطسة •

#### المجال المغناطيسي الدوار :

يتولد المجال المغناطيسي الدوار أما من خلال دوران مغناطيسي (دائم أو كهربي) حركة دائرية كما هو الحال في مولدات التيار المتغير أو من خلال مرور تيار متغير ثلاثي الأوجه في ملفات ثلاثية الأوجه كما هو الحال في محركات التيار المتغير • والشكل ( ١١ ) يوضح كيفية توليد المجال الدوار في ملفات ثلاثية الأوجه •



شكل ( ١١ ) توليد المجال الدوار في المحركات التزامنية

من ملاحظ أيضا أن المجال المغناطيسي الدوار يدور مرة كل دوره كاملة من دورات التيار المتغير ثلاثي الأوجه وذلك في حالة المحرك ذو القطبين • فإذا كان تردد التيار المتغير هو ٥٠ هيرتز فان المجال الدوار يدور بسرعة تساوي ٥٠ هيرتز وبالتالي فانه في الدقيقة الواحدة سوف يدور المجال الدوار بسرعة تساوي  $60 \times 50$  أي ٣٠٠٠ لفة/دقيقة •

وتتوقف سرعة دوران المجال على كل من تردد التيار المتغير وعدد



الأقطاب ويطلق على سرعة دوران المجال الدوار "السرعة التزامنية"

وتعطى من العلاقة :

$$n_s = \frac{60 f}{p}$$

حيث :

$n_s$  = السرعة التزامنية بوحدة دورة/دقيقة

$f$  = تردد التيار المتغير بوحدة هيرتز

$p$  = عدد أزواج الأقطاب

### نظرية التشغيل

تحتاج المحركات التزامنية الى وسيلة بدء خاصة عند بدء حركتها . لذلك يحتوى العضو الدوار للمحركات التزامنية على قضبان اضافية من الألومنيوم أو النحاس مقصورة مع بعضها بواسطة حلقتين مكوونة مايسمى بالقفس السنجابي ، وبالتالي فانه عند بدء الحركة يعمل المحرك التزامنى بمثابة محرك لاتزامنى . وبعد توصيل التيار المستمر الى ملفات المجال يستمر المحرك فى الدوران بسرعة تساوى سرعة المجال الدوار .

### ١ - ٢ - ٢ المحركات اللاتزامنية

تعتبر المحركات اللاتزامنية من أهم محركات التيار المتغير ثلاثى الأوجه . ويعتبر العضو الثابت للمحركات اللاتزامنية مشابها للعضو الثابت للمحركات التزامنية . وتختلف أنواع المحركات اللاتزامنية عن بعضها باختلاف العضو الدوار ، وينتمى لهذا النوع من المحركات نوعين أساسيين من المحركات الاستنتاجية هما :

١ - المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار الملفوف .

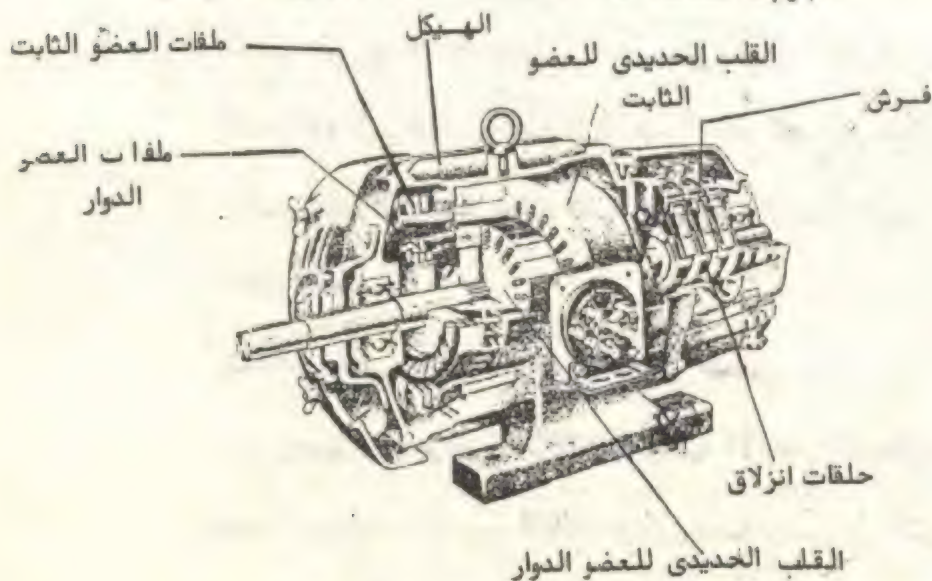
## ٢ - المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابي .

### ١ - ٢ - ٢ - ١ المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار المطفوف

#### التركيب:

يتكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات من الهيكل وبداخله القلب الحديدي للعضو الثابت الذي يحمل ملفات العضو الثابت . ويحمل العضو الدوار داخل العضو الثابت كما هو موضح بالشكل ( ١٢ ) . ويحمل عمود دوران العضو الدوار كل من القلب الحديدي للعضو الدوار وحلقات الانزلاق لذا تسمى هذه المحركات "المحركات الاستنتاجية ذات حلقات الانزلاق" . وتوضع في مجارى القلب الحديدي للعضو الدوار ملفات العضو الدوار التى تكون دائما من نوع الملفات ثلاثية الأوجه . وتوصل هذه الملفات عادة نجمة حيث أنه نادرا ما يتم توصيلها دلتا . ويتم توصيل ملفات العضو الدوار بثلاثة حلقات انزلاق من خلال ثلاثة فرش كربونية . ويتم تمييز أطراف

الأوجه الثلاثة لملفات العضو الدوار بالرموز  $U, V, W$



شكل ( ١٢ ) المحرك ذو العضو الدوار المطفوف



### نظرية التشغيل

إذا وصلنا جهاز فولتميتر بين حلقتين من حلقات الانزلاق الثلاثة الموجودة بالعضو الدوار ووصلنا العضو الثابت بالشبكة ، فسوف نلاحظ أن العضو الدوار سوف لا يدور بينما يوضح جهاز الفولتميتر وجود جهد كهربى بين حلقتى الانزلاق .

من هنا نرى أنه عندما يكون المحرك ساكنا يعمل العضو الثابت والعضو الدوار سويا بمثابة محول . حيث يولد المجال الدوار المتولد بالعضو الثابت جهدا فى ملفات العضو الدوار ، ويوصف الجهد المقاس بواسطة جهاز الفولتميتر على أنه جهد العضو الدوار الساكن .

وإذا وصلنا جهاز أمبيرومتر بين حلقتين من حلقات الانزلاق الثلاثة الموجودة بالعضو الدوار وفصرنا الحلقة الثالثة مع إحدى الحلقتين الأخريتين ووصلنا العضو الثابت بالشبكة ، فسوف نلاحظ دوران المحرك وانحراف مؤشر جهاز الأمبيرومتر . وهذا يدل على أن الجهد المتولد فى ملفات العضو الدوار عمل على مرور تيار بها عندما تم قصر أطرافها . ويعمل المجال الدوار المتولد بالعضو الثابت وتيار العضو الدوار على توليد عزم دوران يعمل على دوران المحرك . وتسمى المحركات التى تعمل بهذه الطريقة "المحركات الاستنتاجية" أو "المحركات الحثية" وذلك نظرا لأن تيار العضو الدوار نتج من خلال الحث .

وبالتالى يمكن ايجاز نظرية التشغيل فيما يلى :

عند توصيل المحركات اللاتزامنية ثلاثية الأوجه بالشبكة ، سوف يتولد فى ملفات العضو الثابت مجال مغناطيسى من النوع الدوار . يعمل هذا المجال على توليد جهود متغيرة فى ملفات العضو الدوار ، وعندما تكون هذه الملفات مقصورة سوف يمر خلالها تيارات متغيرة

- ثلاثية الأوجه والتي تعمل بدورها على توليد مجال دوار آخر .
- ويعمل المجالين الدوارين على دوران المحرك .

### الانزلاق :

عند تحميل المحركات اللاتزامنية سوف تقل سرعة دوران العضو الدوار وتصبح أقل من سرعة المجال الدوار . ويسمى الفرق بين سرعة المجال الدوار وسرعة العضو الدوار باسم "الانزلاق" وإذا رمزنا للانزلاق بالرمز  $S$  فان :

$$S = n_s - n_L$$

حيث  $n_s$  = سرعة المجال الدوار

$n_L$  = سرعة العضو الدوار

ويعطى الانزلاق بالنسبة المئوية اذا مانسب الى سرعة المجال الدوار وفي هذه الحالة فان النسبة المئوية للانزلاق تعطى من العلاقة:

$$S = \frac{n_s - n_L}{n_s} \times 100$$

### ١ - ٢ - ٢ - ٢ المحركات الاستنتاجية ذات القصى السنجابي

يعتبر هذا النوع من المحركات من أهم أنواع المحركات ثلاثية الأوجه .

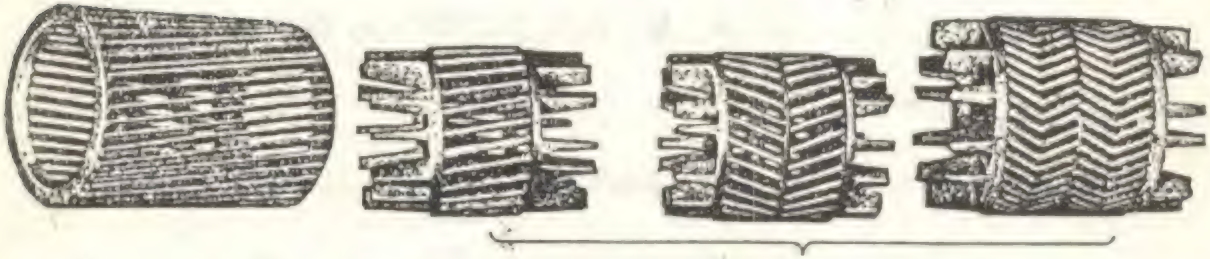
وتسمى ايضا باسم المحركات الاستنتاجية ذات العضو الدوار المقصور .

### التركيب :

يكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات مماثلا تماما للعضو الثابت في محركات العضو الدوار المفلوف . أما بالنسبة



للعضو الدوار فيتكون من مجموعة من القضبان الموضوعة في القلب الحديدي للعضو الدوار والمصنوعة من الألومنيوم أو النحاس ، حيث تقصر هذه القضبان مع بعضها بواسطة حلقتين قصر من كلا جانبي القلب الحديدي للعضو الدوار . والشكل ( ١٣ ) يوضح الأشكال المختلفة للعضو الدوار . ويتكون القفس السند من كل من القضبان وحلقتي القصر .



قفس سنجابي نحاسي ملحود

اقفاى سنجابية مصبوبة من الألومنيوم

شكل ( ١٣ ) الأشكال المختلفة للعضو الدوار المقصور

ويتم صب القفس السنجابي المصنوع من الألومنيوم بالقفس الحديدي للعضو الدوار ، أما بالنسبة للقفس السنجابي المصنوع من النحاس فيتم تشكيله من خلال تمرير قضبان النحاس خلال مجارى القلب ثم تلحم هذه القضبان مع حلقتي القصر .

#### نظرية التشغيل :

لا تختلف نظرية تشغيل المحركات ذات العضو الدوار المتكون من قضبان مستديرة عن نظرية تشغيل المحركات ذات العضو الدوار الملفوف . ويكون عزم بدء الحركة لهذه المحركات صغير بينما يكون تيار البدء كبيرا . وتصل قيمة تيار بدء الحركة ما بين ٨ الى ١٠ أمثال التيار الاسمي لذلك تم تصميم أشكال

مختلفة للعضو الدوار للتقليل من تيار بدء الحركة والحصول على عزم دوران كبير . ويفضل استخدام المحركات ذات القفص السنجابي في دوائر التيار المتغير ثلاثي الأوجه إذا ما قورنت بالمحركات ذات العضو الدوار الملقوف وذلك بسبب سهولة التشغيل ، رخص الثمن ، قلة الصيانة ، عدم حدوث شرارة بها

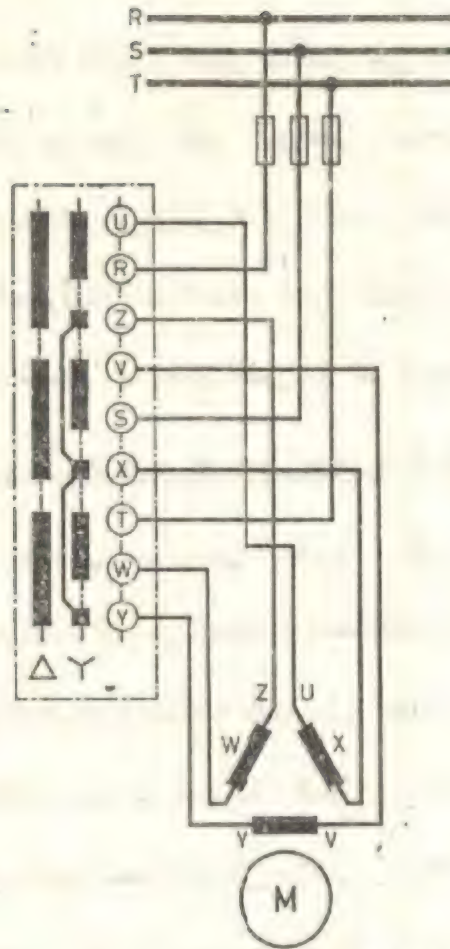
### ١ - ٢ - ٣ طرق بدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

إذا اردنا تشغيل محرك من السكون ، فلا بد علينا أن نبدأ حركة هذا المحرك . وتسمى المعدات المستخدمة لبدء الحركة "بأدى الحركة" ويمكن بدء حركة المحركات بالتوصيل المباشر بالشبكة ، وفي هذه الحالة فانها سوف تسحب تيارا كبيرا من الشبكة عند بدء الحركة . كما يمكن تقويم المحركات على مراحل ، وهنا سوف يقل التيار المسحوب من الشبكة عند بدء الحركة ، ولذا يحتاج المرء إلى بأدى الحركة .

### أولا : بدء الحركة بواسطة مفتاح نجمة/دلتا

تستخدم هذه الطريقة لبدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابي ، حيث يعمل المفتاح على توصيل المحرك عند بدء الحركة نجمة وتوصيله بالشبكة . وبعد أن تأخذ سرعة المحرك في الزيادة يتم تحويل وضع المفتاح ليوصل المحرك دلتا والشكل ( ١٤ ) يوضح ذلك . والسبب في ذلك أن جهد الخط في توصيلة النجمة يقع على وجهين بينما يقع في توصيلة الدلتا على وجه واحد ، بالتالي يكون جهد الوجه في توصيلة النجمة أقل من جهد الوجه في توصيلة الدلتا . لذلك يكون تيار بدء الحركة عند التوصيل نجمة أقل من تيار البدء في حالة توصيل المحرك مباشرة بالشبكة عندما يكون موصل دلتا .





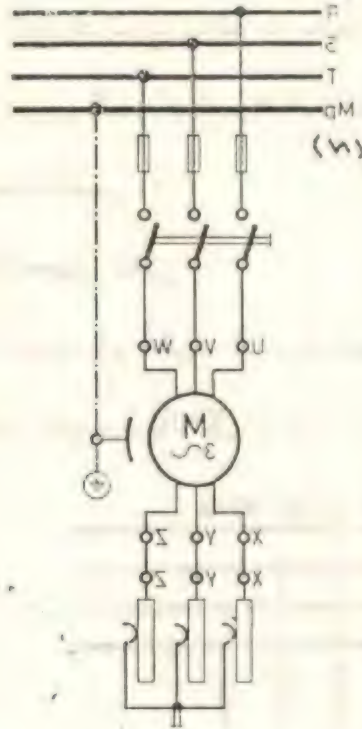
شكل ( ١٤ ) مفتاح نجمة / دلتا

وتكون طريقة بدء الحركة باستخدام مفتاح نجمة / دلتا مناسبة فقط في المحركات التي يكون جهد الوجه فيها مساويا لجهد الشبكة . ولا يجب تحميل المحرك بأكثر من ثلث قدرته الاسمية عندما يكون في وضع التوصيل نجمة ، حيث أن تحميل المحرك بالحمل الكامل وهو موصل نجمة سوف يؤدي الى احتراق ملفاته . وفي مفاتيح النجمة / دلتا الكهرومغناطيسية يتم تحويل التوصيل من نجمة الى دلتا أوتوماتيكيا بواسطة متحكم زمني .

#### ثانيا : بدء الحركة بواسطة مقاومات متغيرة

تستخدم هذه الطريقة أساسا لبدء حركة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القفص السنجابي . وتتم من خلال توصيل ثلاثة مقاومات متغيرة موصلة بالكيفية الموضحة بالشكل ( ١٥ ) وتوصل على التوالي مع ملفات العضو الثابت . فعند بدء الحركة تكون المقاومة بأكملها في الدائرة وتخرج تدريجيا

من الدائرة مع زيادة سرعة الدوران الى أن تخرج نهائيا وهنا تكون نهايات ملفات المحرك مقصورة • ومن عيوب هذه الطريقة سخونة مقاومات بدء الحركة •

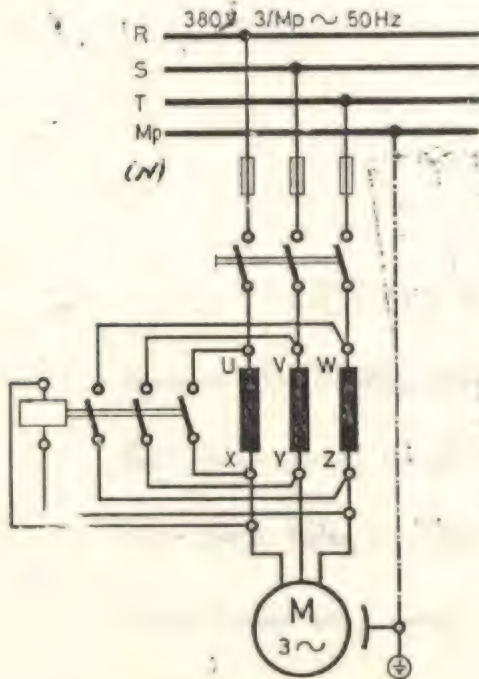


شكل (١٥) مقاومات بدء الحركة ذات نقطة النجمة

ثالثا : بدء الحركة بواسطة ملفات خانقة

في هذه الطريقة تستبدل المقاومات المتغيرة بملفات خانقة توصل قبل المحرك

بالكيفية الموضحة بالشكل (١٦)



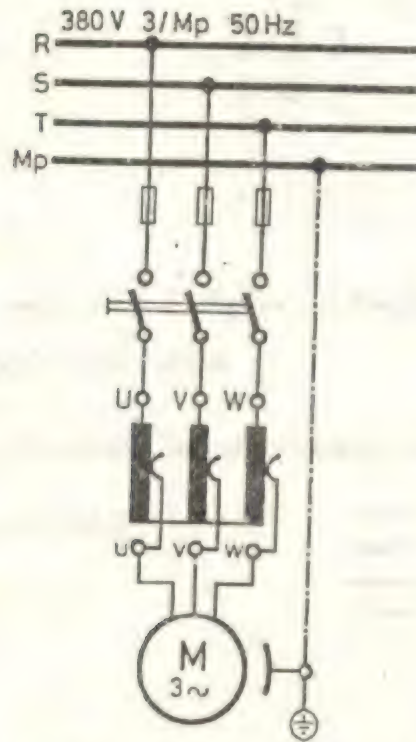
شكل (١٦) دائرة توصيل ملفات بدء حركة



عند بدء الحركة تكون الملفات بالكامل في الدائرة ، وبالتالي يقل الجهد على أطراف المحرك الأمر الذي سوف يؤدي الى تقليل تيار بدء الحركة • ومع زيادة سرعة دوران المحرك سوف يزداد تدريجيا الجهد على أطراف المحرك • وعندما تصل سرعة دوران المحرك السرعة المقننة تقصر الملفات الخانقة بواسطة مفتاح كهرومغناطيسي •

#### رابعاً : بدء الحركة بواسطة محول ذاتي

يمكن أيضا تقليل الجهد على أطراف المحرك عند بدء الحركة بواسطة استخدام محول ذاتي بالكيفية الموضحة بالشكل ( ١٧ ) •



شكل ( ١٧ ) دائرة بدء حركة بواسطة محول ذاتي

فعند بدء الحركة تكون ملفات المحول بأكملها في الدائرة وبالتالي سوف يقل التيار المسحوب من الشبكة عند بدء الحركة • وبزيادة سرعة دوران المحرك يزداد الجهد الواقع على أطراف المحرك تدريجيا • وعندما تصل سرعة الدوران السرعة المقننة يخرج المحول من الدائرة ويكون الجهد على أطراف المحرك هو الجهد المقنن •

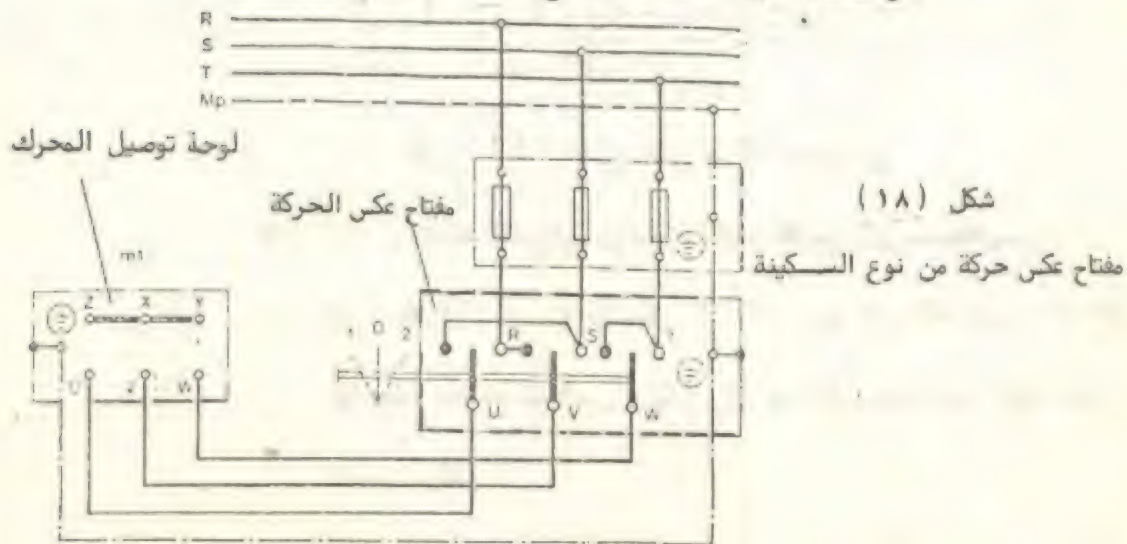
## ١ - ٢ - ٤ عكس اتجاه دوران المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

قد يحتاج الأمر الى تغيير اتجاه سرعة دوران المحرك كما هو الحال في المصاعد ، آلات الورش ، الروافع وخلافه . ويتم ذلك من خلال عكس طرفين من أطراف العضو الثابت الثلاث ، حيث يؤدي هذا الى تغيير اتجاه دوران المجال المغناطيسي الدوار ، الأمر الذي يؤدي الى عكس اتجاه دوران المحرك .

وسوف نعرض فيما يلي كيفية عكس طرفين من أطراف توصيل المحرك

## أولاً : عكس اتجاه الدوران بواسطة مفتاح سكين

يحتوي مفتاح عكس الحركة اليدوي سواء كان من نوع السكينة أو الاسطواناني على ستة أطراف منها ثلاثة أطراف توصيل بالشبكة وهي  $R, S, T$  ، بينما توصل الثلاثة أطراف الأخرى ببدايات ملفات المحرك  $U, V, W$  ففي الدائرة الموضحة بالشكل ( ١٨ ) عندما يكون وضع تشغيل المفتاح في الوضع ( ٢ ) تكون البداية  $U$  متصلة بالخط  $R$  بينما تكون البداية  $V$  متصلة بالخط  $S$  و أخيراً تتصل البداية  $W$  مع الخط  $T$  ولعكس الحركة نجعل المفتاح في وضع التشغيل ( ١ ) وهنا يصبح البدايات  $U$  متصلة بالخط  $S$  بينما تتصل البداية  $V$  مع الخط  $R$  وكذلك تتصل البداية  $W$  مع الخط  $T$  .

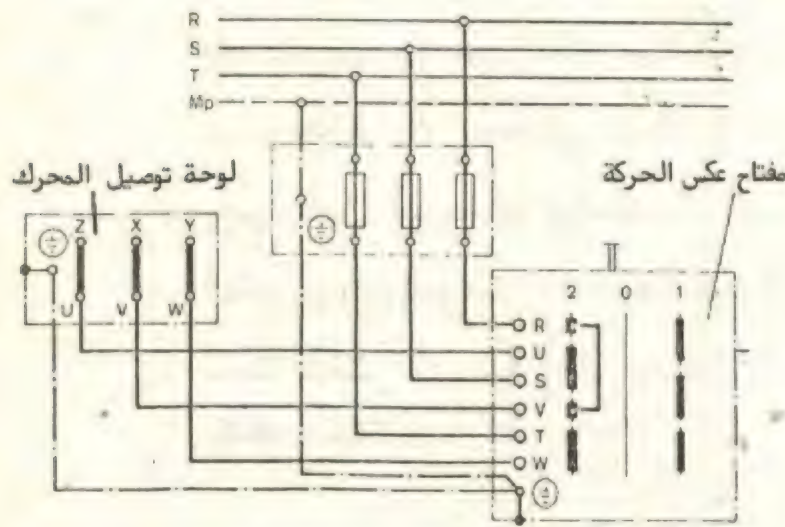




وبذلك تكون قد عكسنا طرفين من أطراف المحرك .

ثانياً : عكس اتجاه الدوران بواسطة مفتاح اسطوانى

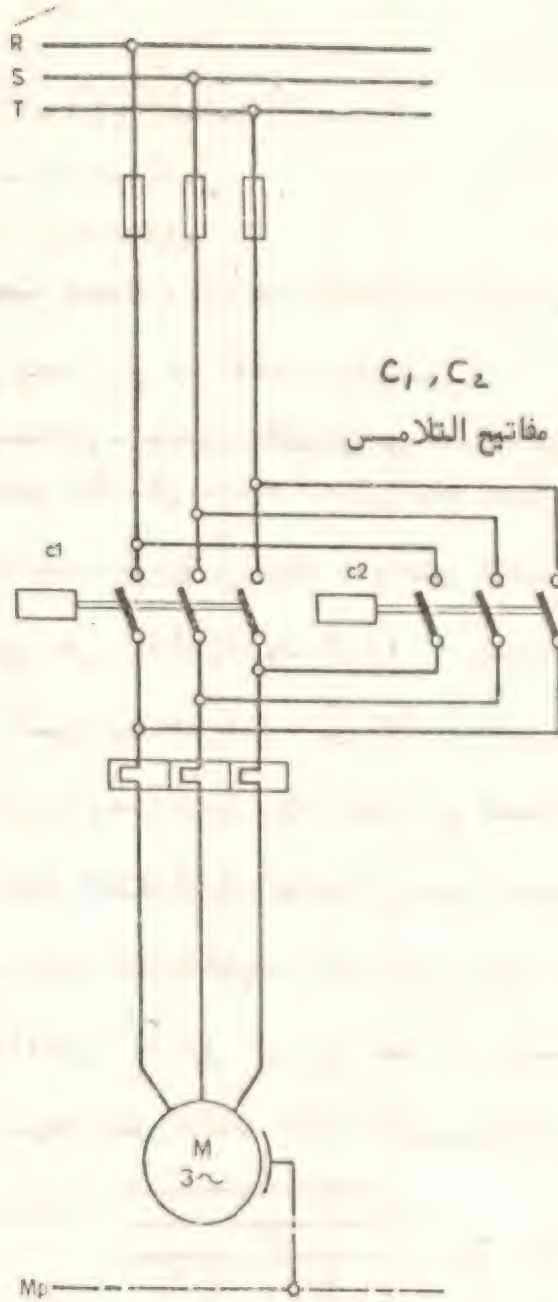
عندما نتأمل مفتاح عكس الحركة الاسطوانى الموضح بالشكل ( ١٩ ) نجد أنه عندما يكون المفتاح فى وضع التشغيل 1 تكون بداية الملف  $U$  متصلة بالخط  $R$  وكذلك تكون بداية الملف  $V$  متصلة بالخط  $S$  وفى النهاية تكون بداية الملف  $W$  متصلة بالخط  $T$  . وعندما يكون المفتاح فى وضع التشغيل 2 تكون البداية  $U$  مع الخط  $S$  وتكون البداية  $V$  مع الخط  $R$  أما البداية  $W$  فتكون كماهى مع الخط  $T$  . وبذلك نكون قد عكسنا الخطتين  $R, S$  وبالتالي يتم عكس اتجاه دوران المجال الدوار الأمر الذى يؤدى الى عكس اتجاه الدوران .



شكل ( ١٩ ) مفتاح عكس حركة اسطوانى

ثالثاً : اتجاه الدوران بواسطة مفتاح تلامس كهرومغناطيسى

فى الدائرة الموضحة بالشكل ( ٢٠ ) يتم عكس الخطتين  $R, T$  بواسطة مفاتيح التلامس  $C_1, C_2$  وبالتالي يتم عكس اتجاه دوران المحرك .



كل ( ٢٠ ) مفتاح عكس حركة كهرومغناطيسي

١ - ٢ - د سنحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه ذات القصى السنجابي

يتم التحكم في سرعة المحركات الاستنتاجية ذات القصى السنجابي من

خلال عدد أزواج الأقطاب وذلك طبقا للعلاقة :

$$n = \frac{60 f}{p}$$



حيث :

 $P =$  عدد أزواج الأقطاب $f =$  تردد المنبع $n =$  سرعة الدوران

وتكون معظم المحركات ذات عدد الأقطاب المتغيرة من النوع ذو القفص

السنجاني ويتم تغيير عدد الأقطاب بطريقتين :

أولا : باستخدام مجموعتين منفصلتين من الملفات في العضو الثابت

يتم ترتيب ملفات كل مجموعة لتعطي سرعة معينة وتتناسب قدرة

المحرك تناسباً طردياً مع سرعته . وتحتوي لوحة المحرك ذو

السرعتين على ستة أطراف والشكل ( ٢١ ) يوضح ذلك . هذا ويتم

تغيير السرعة بواسطة مفتاح تغيير الأقطاب الذي يحتوي على تسعة

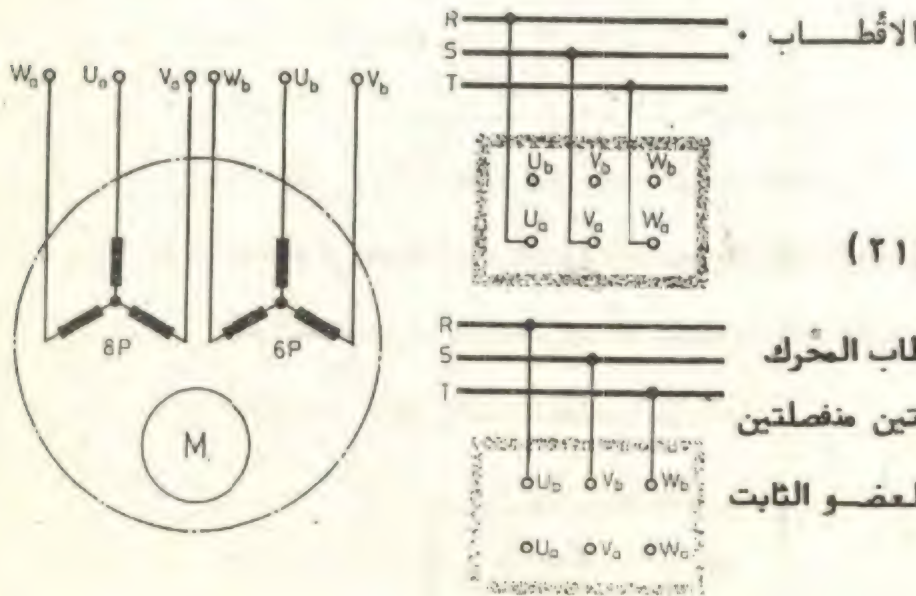
أطراف موزعة بحيث توصل ثلاثة أطراف إلى الشبكة (  $R, S, T$  )

بينما توصل الثلاثة أطراف الثانية إلى إحدى مجموعتي ملفات العضو

الثابت وتوصل الثلاثة أطراف الأخيرة إلى مجموعة ملفات العضو

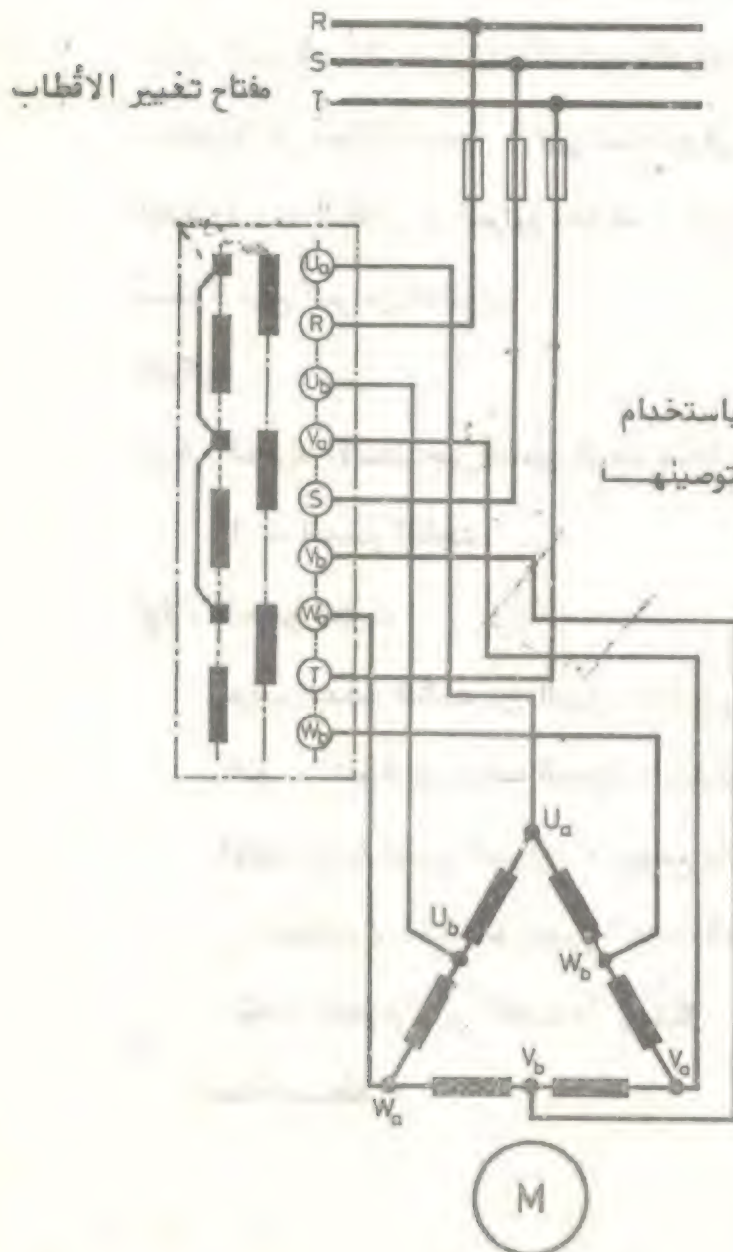
الثابت الأخرى للحصول على سرعة معينة . وعندما يراد مضاعفة

هذه السرعة ندخل الملفات الثلاثة الأخرى بواسطة مفتاح تغيير



### ثانيا : باستخدام ملفات عضو ثابت قابلة لتغيير توصيلها

يتم تغيير عدد الأقطاب هنا باستخدام مجموعة واحدة لملفات العضو الثابت بحيث تكون هذه المجموعة قابلة لتغيير توصيلها وكثيرا ما يستخدم لهذا الغرض "دائرة توصيل دالاندر" حيث تكون النسبة بين سرعتين هي ١ : ٢ ويتم تغيير توصيلات ملفات العضو الثابت من خلال مفتاح تغيير الأقطاب كما هو موضح بالشكل ( ٢٢ ) .



شكل ( ٢٢ )

تغيير عدد أقطاب المحرك باستخدام ملفات عضو ثابت قابلة لتغيير توصيلها



ففي سرعة الدوران المنخفضة أى عندما يكون عدد أزواج الأقطاب كبير توصل ملفات العضو الثابت بحيث يحتوى كل وجه على ملفين على التوالى (توصيلة دلتا ) • بينما في حالة سرعة الدوران العالية أى عندما يكون عدد أزواج الأقطاب قليل فان ملفات العضو الثابت توصل بحيث يحتوى كل وجه على ملفين على التوازي (توصيلة نجمة ) •

### ١ - ٢ المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه

تعتبر المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد من أكثر أنواع المحركات استخداما في حياتنا اليومية • فهي تستخدم في الثلاجات ، الغسالات الخلاطات ، المكانس ، المراوح وخلافه • ومن ثم فهي محركات ذات قدرة صغيرة تبلغ كسر من الحصان •

#### التركيب :

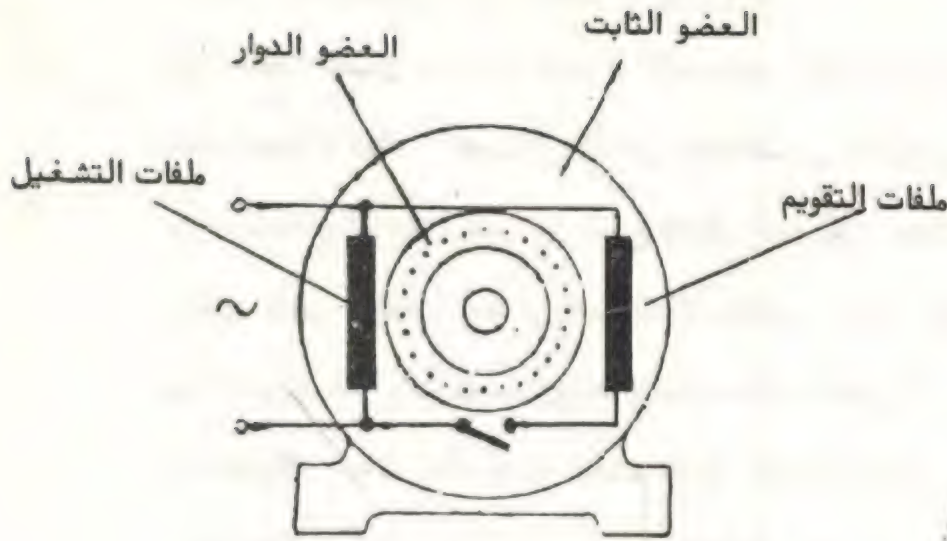
يتركب المحرك الاستنتاجي أحادي الوجه بصفة عامة من جزئين رئيسيين هما :

٢ - العضو الدوار

١ - العضو الثابت

#### أولا : العضو الثابت

يتركب العضو الثابت من الهيكل الخارجى الذى يحتوى بداخله على رقائق مستديرة من صلب المحولات ومشقوق على محيطها مجارى طولية موازية لمحور الدوران • ويوضع داخل هذه المجارى مجموعتين من الملفات ، احدهما تسمى "ملفات التشغيل" والآخرى تسمى "ملفات التقويم" أو "البداء" والشكل ( ٢٣ ) يوضح هذا التكوين بصفة مبسطة •



شكل (٢٣) مكونات المحرك الاستنتاجي أحادي الوجه

وتوصل ملفات التشغيل وملفات التقويم مع بعضها على التوازي مع  
المنبع • ويتم توصيل وفصل ملفات التقويم من الدائرة بواسطة مفتاح  
يسمى "مفتاح الطرد المركزي" •

#### ثانيا : العضو الدوار

يشابه تركيب العضو الدوار في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه  
ذو القفص السنجابي ، حيث يتركب العضو الدوار من جسم اسطوانى  
يتكون من مجموعة رقائق مستديرة الشكل مصنوعة من صلب المحولات  
ومعزولة عن بعضها • وتثبت هذه الاسطوانة على عمود الدوران • وقد  
يثبت قريبا منها مروحة تبريد • ويوجد على محيط الاسطوانة مجارى  
طولية يوضع بداخلها قضبان من النحاس أو الألومنيوم • وتكون هذه  
القضبان مقصورة من الجانبين بواسطة حلقتين فيها أطراف القضبان •

#### نظرية التشغيل :

سبق أن علمنا أن عزم الدوران في المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه يتوقف  
على المجال المغناطيسى الدوار الذى ينشأ من توصيل ملفات العضو الثابت



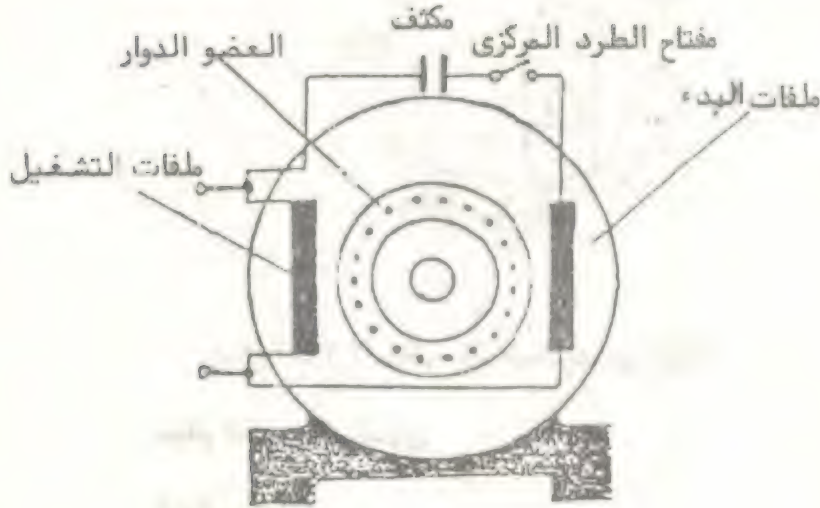
ثلاثية الأوجه بمنبع التيار المتغير ثلاثى الأوجه .  
 وإذا حاولنا تطبيق ذلك على المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه فأننا سوف نجد استحالة ذلك ، حيث أن المجال المغناطيسى الناتج عن مرور تيار متغير أحادى الوجه لا يكون من النوع الدوار وإنما يكون مجالا مغناطيسيا متغيرا فقط . ولذلك نجد أن المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه لا يستطيع بدء الحركة ذاتيا وإنما يجب تزويده بوسيلة مساعدة تعمل على توليد عزم بدء الحركة . فإذا بدأت حركة العضو الدوار بأحدى الوسائل المساعدة ثم أزيلت هذه الوسيلة بعد الدوران ، فإن المحرك سوف يستمر فى الدوران فى نفس الاتجاه الذى بدأ فيه دورانه . وقد تم التغلب على ذلك عن طريق عمل دائرتين كهربيتين فى المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه بدلا من دائرة واحدة . الدائرة الأولى تسمى دائرة التشغيل والتى تحتوى على ملفات التشغيل وتتصل بالمنبع مباشرة . والدائرة الثانية تسمى دائرة البدء والتى تحتوى على ملفات بدء الحركة .

ويتوقف بدء حركة المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه على توليد مجالين مغناطيسين متغيرين مزاحين عن بعضهما بزاوية  $90^\circ$  . هذا ويتولد أحد المجالين فى ملفات التشغيل بينما يتولد المجال الآخر فى ملفات البدء . وينشأ عن هذين المجالين مجالا مغناطيسيا من النوع الدوار الذى يعمل على توليد عزم الدوران اللازم للمحرك .

#### ١ - ٢ - ١ المحرك ذو المكثف

سبق أن ذكرنا أن نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه تعتمد أساسا على توليد مجال مغناطيسى من النوع الدوار ، وأن هذا المجال يمكن الحصول عليه من خلال توليد مجالين مغناطيسيين متغيرين بينهما زاوية  $90^\circ$  ولذلك يتم توصيل مكثف على التوالي مع ملفات البدء وتوصل المجموعة على التوازي مع ملفات التشغيل بالمنبع

ويتم فصل وتوصيل ملفات البدء بواسطة مفتاح الطرد المركزي والشكل (٢٤) يوضح ذلك .



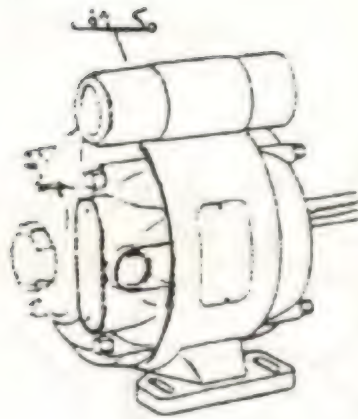
شكل (٢٤) المحرك ذو المكثف

#### وظيفة المكثف :

عند بدء التشغيل يكون مفتاح الطرد المركزي مغلق فيمر تيار من المنبع الى كل من ملفات التشغيل وملفات البدء . ونظرا لوجود المكثف فان التيار المار في ملفات البدء سوف يتقدم عن التيار المار في ملفات التشغيل بزاوية قدرها  $90^\circ$  وبذلك يعمل المحرك وكأن له وجهين . وبالتالي ينشأ مجال مغناطيسي يعمل على توليد عزم الدوران اللازم للمحرك .

وعندما تصل سرعة المحرك الى ٧٥٪ من سرعته المقننة تفصل ملفات التقويم من الدائرة عن طريق مفتاح الطرد المركزي وتبقى ملفات التشغيل متصلة بالمنبع وهكذا يستمر دوران المحرك . والشكل (٢٥) يوضح منظر عام للمحرك ذو المكثف .





شكل ( ٢٥ ) منظر عام للمحرك ذو المكثف

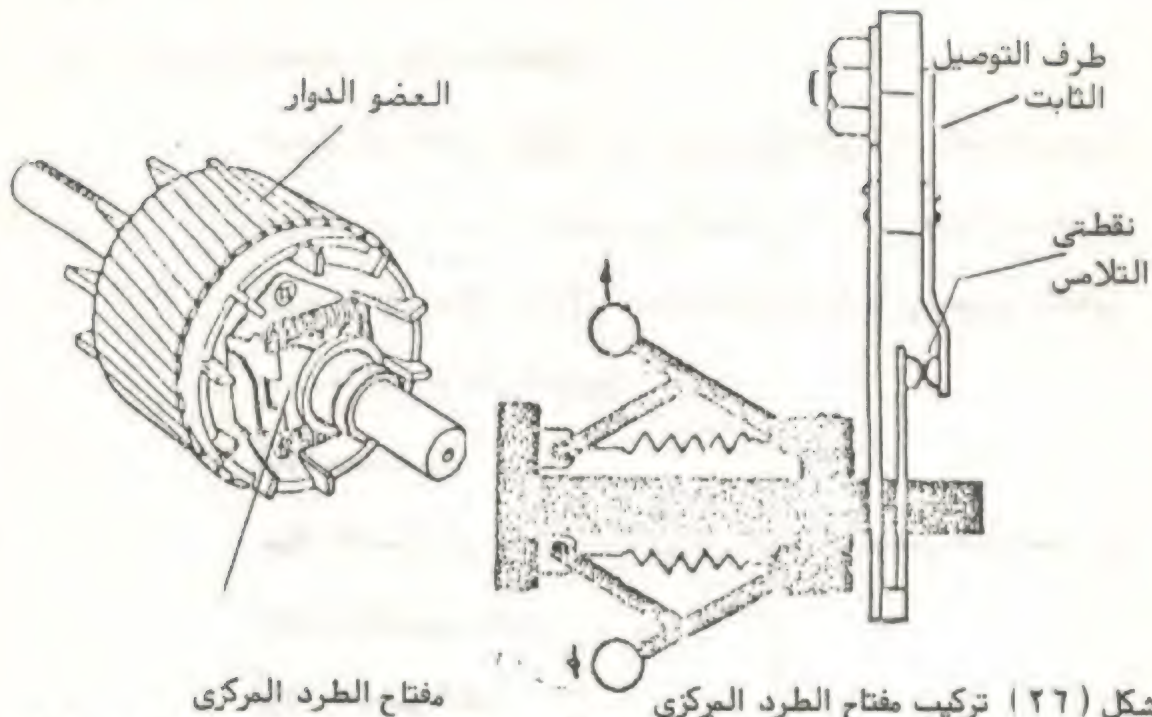
### مفتاح الطرد المركزي

#### التركيب:

يوجد مفتاح الطرد المركزي بداخل المحرك ، ويتصل على التوالي مع ملفات البدء ، ووظيفته فصل ملفات البدء عن الدائرة عندما تصل سرعة دوران العضو الدوار الى سرعة معينة تعادل تقريباً ٧٥٪ من السرعة المقننة للمحرك . ويتكون النوع المألوف من جزئين رئيسين هما :

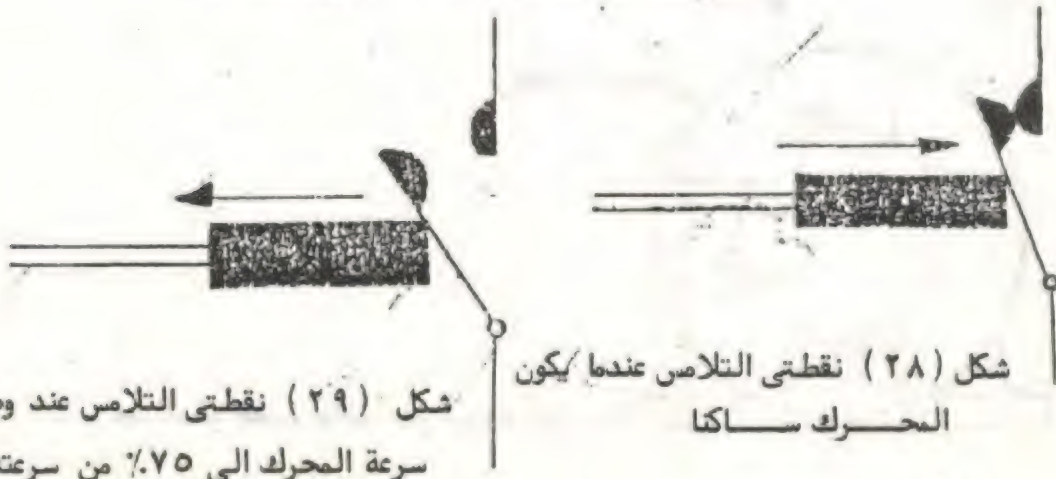
١ - الجزء الساكن ويوجد على الغطاء الجانبي الأمامي للمحرك وبه نقطتي تلامس ، وطريقة عمله تشابه طريقة عمل مفتاح فصل قطب واحد .

٢ - الجزء الدوار ويثبت على عمود دوران المحرك . والشكل ( ٢٦ ) يوضح تركيب مفتاح الطرد المركزي ، بينما يوضح الشكل ( ٢٧ ) العضو الدوار للمحرك ومعه مفتاح الطرد المركزي .



شكل (٢٦) تركيب مفتاح الطرد المركزي  
شكل (٢٧) العضو الدوار مع مفتاح الطرد المركزي  
نظرية التشغيل :

عندما يكون المحرك ساكنا فان نقطتي التلامس الموجودة في الجزء الساكن من المفتاح تكون مغلقة وذلك بفعل الضغط الواقع عليهما من الجزء الذي يدور والشكل (٢٨) يوضح ذلك . وعندما تصل سرعة دوران المحرك الى ٧٥٪ تقريبا من السرعة المقننة يكون الجزء الذي يدور قد رفع ضغطه على نقطتي التلامس وبذلك تبتعد نقطة التلامس المتحركة عن نقطة التلامس الثابتة فينفصلان وبذلك تخرج ملفات من الدائرة والشكل (٢٩) يوضح ذلك .





## ١ - ٢ - ٣ المحرك ذو القطب المظلل

المحرك ذو القطب المظلل هو محرك استنتاجي وجه واحد تتراوح قدرته ما بين  $\frac{1}{100}$  ،  $\frac{1}{20}$  من الحصان تقريبا . ويستخدم هذا النوع من المحركات في الاستعمالات التي تتطلب عزم دوران منخفض عند بدء الحركة مثل المراوح .

## التركيب :

يتركب المحرك ذو القطب المظلل من جزئين رئيسيين هما العضو الثابت والعضو الدوار .

## أولا : العضو الثابت

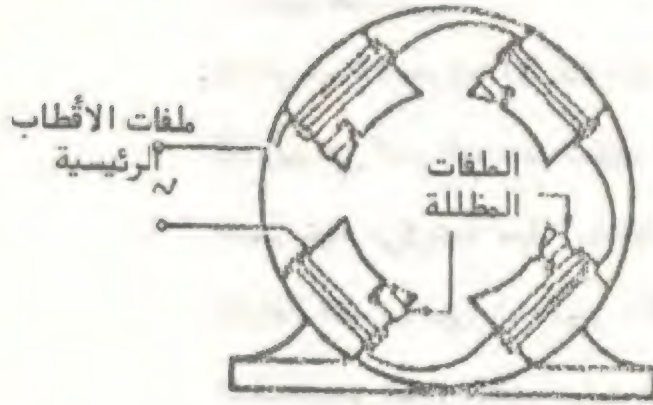
يكون العضو الثابت لهذا النوع من المحركات من النوع ذو الأقطاب البارزة عادة ، حيث يتكون القطب من مجموعة رقائق حديدية مضغوطة مع بعضها . ويوضع على الأقطاب ملفات المجال . ويوجد بكل قطب مجرى بالقرب من أحد الجانبين يوضع بها لفة واحدة من سلك نحاسي سميك والشكل ( ٣٠ )

يوضح هذا الترتيب .

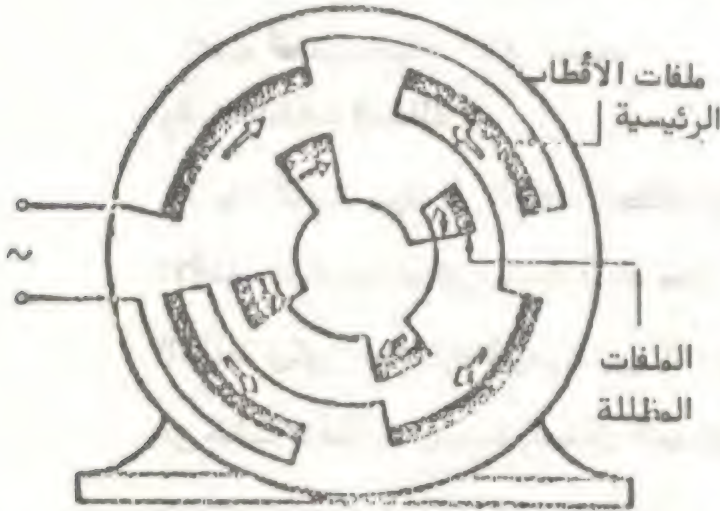


شكل ( ٣٠ ) محرك ذو قطب مظلل ذو أربعة أقطاب

وتوصل ملفات المجال على التوالي بحيث تنتج قطبية مختلفة في  
الأقطاب الرئيسية والشكل (٣١) يوضح ذلك .



شكل (٣١) توصيلات ملفات المجال الرئيسية  
ويوضح الشكل (٣٢) توصيلات كل من ملفات المجال الرئيسية  
والم ملفات المظلة . لاحظ اتجاه مرور التيار في كل من الملفات  
الرئيسية والملفات المظلة .



شكل (٣٢) توصيلات ملفات المجال الرئيسية والملفات المظلة

#### ثانيا : العضو الدوار

يكون من نوع القفص السنجابي ويكون مشابها للعضو الدوار في  
المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه . هذا بالإضافة الى وجود  
غطاء جانبيين للمحرك . وفي كثير من هذه المحركات لا يمكن



الا رفع غطاء جانبى واحد أما الغطاء الآخر فيكون مصبوب مع

الهيكـل ، ويزود الغطاءان الجانبيان بكراسى تحميل •

#### نظرية التشغيل :

تحتاج جميع المحركات الاستنتاجية أحادية الوجه الى ملفات مساعدة للتقويم ففى المحركات ذات المكثف توجد ملفات تقويم وملفات تشغيل حيث يتولد فى كل منهما مجالا مغناطيسيا من النوع المتغير وتكون الازاحة الوجهية بين المجالين ٩٠° ، وبذلك يتولد المجال المغناطيسى الدوار اللازم لتوليد عزم بدء حركة للمحرك • أما فى حالة المحرك ذو القطب المظلل فتكون ملفات التقويم على هيئة ملفات مقصورة من لفة واحدة من النحاس السميك والتي يطلق عليها "الملفات المظلمة" وتكون هذه الملفات موضوعة على أحد الجانبين فى كل قطب من أقطاب المجال الموجودة فى العضو الثابت والتي تشابه أقطاب ماكينات التيار المستمر •

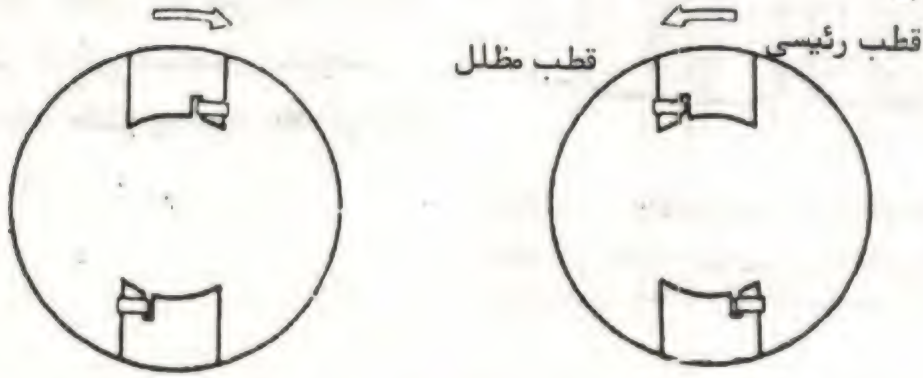
#### وظيفة الملفات المظلمة :

عند بدء الحركة يتولد فى الملفات المظلمة تيار بالحث من ملفات الأقطاب الرئيسية فيتكون نتيجة لذلك مجال مغناطيسى فى الملفات المظلمة ويكون هناك ازاحة وجهية بين المجال المغناطيسى المتولد فى ملفات الأقطاب الرئيسية والمجال المغناطيسى المتكون فى الملفات المظلمة • وينتج عن هذا الاختلاف توليد مجال مغناطيسى من النوع الدوار يكفى لانتاج عزم بدء حركة صغير وعندما تصل سرعة المحرك الى سرعته المقننة يصبح تأثير الملفات المظلمة مهملا •

#### عكس اتجاه دوران المحركات ذات الأقطاب المظلمة :

تتكون بعض محركات الأقطاب المظلمة بحيث يمكن عكس اتجاه دورانها بمجرد تغيير وضع مفتاح ، الا أن معظم هذه المحركات لا يمكن عكس

اتجاه دورانها الا بعد فك أجزائها •  
ولعكس اتجاه الدوران فى هذا النوع من المحركات فك أجزاء المحرك  
ونعكس وضع العضو الثابت ثم نعيد تجميع الأجزاء • ونظرا لأن  
اتجاه الدوران فى المحرك ذو القطب المظلل يكون من القطب  
الرئيسى الى القطب المظلل • ويتضح من الشكل ( ٣٣ ) أن الدوران  
سوف يكون فى اتجاه عقربى الساعة ، فى حين يكون فى الشكل ( ٣٤ )  
فى عكس اتجاه دوران عقارب الساعة •



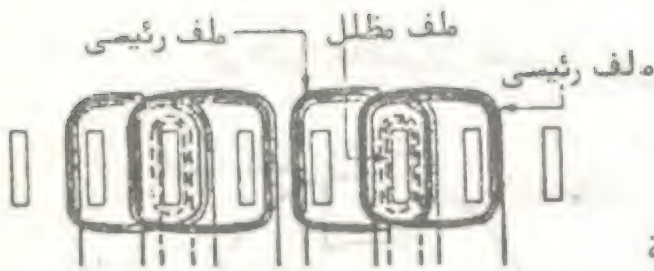
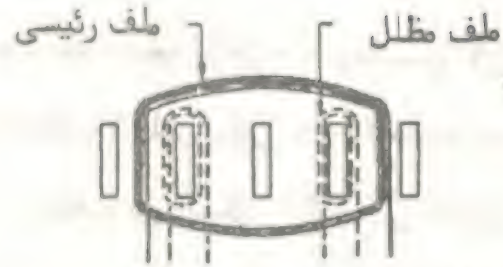
شكل ( ٣٤ ) وضع الأقطاب الرئيسية  
 والملفات المظلمة بعد عكس  
 وضع العضو الثابت

شكل ( ٣٣ ) وضع الأقطاب الرئيسية  
 والملفات المظلمة قبل عكس وضع  
 العضو الثابت

ويحتوى المحرك ذو القطب المظلل الذى يمكن عكس اتجاه دورانه من  
الخارج بواسطة مفتاح اما على وحدة ملفات رئيسية واحدة ووحدين  
من الملفات المظلمة أو على وحدتين من الملفات الرئيسية ووحدة  
واحدة من الملفات المظلمة • وتوضع هذه الملفات فى مجارى العضو  
الثابت والشكل ( ٣٥ ) يوضح قطب فى محرك ذو قطب مظلل يمكن  
عكس اتجاه دورانه من الخارج بواسطة مفتاح وذلك باستخدام وحدة



• واحدة من الملفات الرئيسية ووحدة من الملفات المظلة •



شكل ( ٣٥ ) قطب في محرك ذو قطب مظلل يتم عكس اتجاه دورانه من الخارج باستعمال مجموعتين ملفات مظلة ومجموعة ملفات رئيسية

شكل ( ٣٦ ) قطبين في محرك ذو قطب مظلل يتم عكس اتجاه دورانه من الخارج باستعمال مجموعتين ملفات رئيسية ومجموعة ملفات مظلة

وهنا يجب ان نعرف أنه اذا أردنا الدوران في اتجاه معين نقفل دائرة احدى وحدتي الملفات المظلة ونترك الوحدة الأخرى مفتوحة . ولعكس اتجاه الدوران نفتح دائرة وحدة الملفات المظلة المقفلة ونقفل دائرة الوحدة المفتوحة ، وبذلك يتغير وضع الملفات المظلة بالنسبة للملفات الرئيسية • والشكل ( ٣٦ ) يوضح قطبين في محرك ذو قطب مظلل يمكن عكس اتجاه دورانه من الخارج باستخدام وحدتين من الملفات الرئيسية ووحدة واحدة من الملفات المظلة • فاذا أردنا الدوران في اتجاه معين نستخدم احدى وحدتي الملفات الرئيسية بينما تظل وحدة الملفات الرئيسية الأخرى مفتوحة ، والدوران في الاتجاه المعاكس نفتح وحدة الملفات الرئيسية المغلقة ونغلق وحدة الملفات الرئيسية الأخرى وهكذا •

## ١ - ٤ - ١ المحركات التنافرية

## التركيب :

يتركب هذا النوع من المحركات من الاجزاء التالية :

١ - عضو ثابت على شكل اسطوانة مفرغة من الداخل يوجد بسطحها

الداخلي مجارى يوضع بها ملفات أحادية الوجه تشابه تماما ملفات

التشغيل في المحرك الاستنتاجى أحادى الوجه .

٢ - عضو دوار عبارة عن قلب حديدى به مجارى موزعة بانتظام ، حيث

تحتوى هذه المجارى على ملفات العضو الدوار التى تتصل بعضو

التوحيد . ويشابه تكوين العضو الدوار هنا تكوين عضو —

الاستنتاج (المنتج) فى محركات التيار المستمر .

٣ - عضو توحيد مكون من شرائح نحاسية معزولة عن بعضها ، ويتم

تركيب عضو التوحيد على نفس محور عضو الاستنتاج .

٤ - غطاءان جانبيين يحملان كراسى تحميل المحور .

٥ - فرش كربونية يتم تركيبها على حامل للفرش ، حيث يركب هذا

الحامل على أحد الأقطاب الجانبية للمحرك . وتنزلق هذه

الفرش على عضو التوحيد وتكون مقصورة مع بعضها بواسطة

قنطرة قابلة للازاحة بحيث يمكن تغيير وضع الفرشتين سويا .

## نظرية التشغيل :

عند تغذية ملفات العضو الثابت بتيار متغير أحادى الوجه سوف يتولد

بها مجالا مغناطيسيا من النوع المتغير ، وحيث أن هذا المجال

يقطع ملفات العضو الدوار فانه يمر بها تيارا بالحث مكونا بذلك مجالا

مغناطيسيا آخر . وتكون قطبية الأقطاب التى تتولد على كل من

العضو الثابت والعضو الدوار واحدة مما يؤدى الى حدوث تنافر بينهما

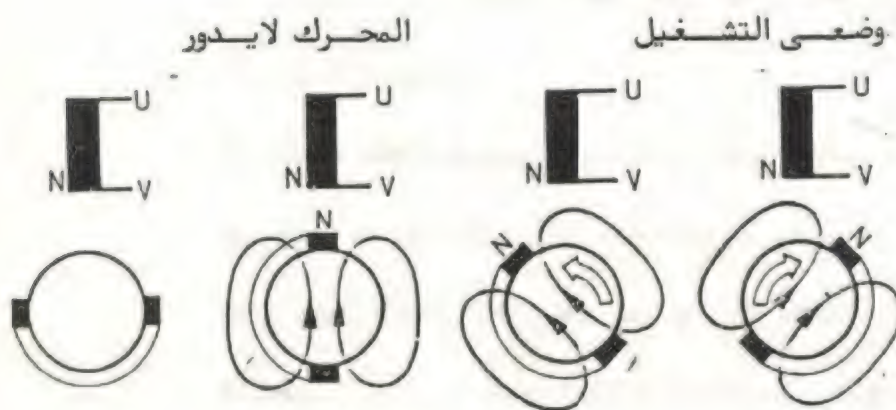
ومن هنا جاءت تسمية هذا النوع من المحركات بالمحركات التنافرية .



ويمكن تغيير وضع المجال المغناطيسي المتولد في العضو الدوار وكذلك

تغيير قيمة التيار المار في ملفات العضو الدوار من خلال ادارة الفرش على عضو التوحيد . فعندما يكون محور الفرش عموديا على محور المجال المغناطيسي للعضو الثابت سوف لا يمر تيار في ملفات العضو الدوار وبالتالي سوف لا يتكون بها أى مجال مغناطيسي، وهنا سوف يكون المحرك ساكنا . وعندما يكون محور الفرش في نفس اتجاه محور المجال المغناطيسي للعضو الثابت سوف يمر تيارا كبيرا في ملفات العضو الدوار ، وبالرغم من ذلك سوف لا يوجد أى عزم دوران للمحرك وذلك نظرا لان تأثير القوى المتولدة من مجال العضو الثابت ومجال العضو الدوار تكون في اتجاه عمود الدوران . أما اذا دارت الفرش الى اليمين أو الى اليسار بحيث تكون الزاوية بين محور الفرش ومحور مجال العضو الثابت أقل من  $90^\circ$  ، فهنا سوف تختلف أوضاع المجال المغناطيسي في كل من العضو الدوار والعضو الثابت ، ويكون هناك رغبة مستمرة في أن يوحد المجالان اتجاههما وبالتالي يدور العضو الدوار على حسب اتجاه ادارة الفرش اما الى اليمين أو الى اليسار

والشكل ( ٣٧ ) يوضح ذلك .

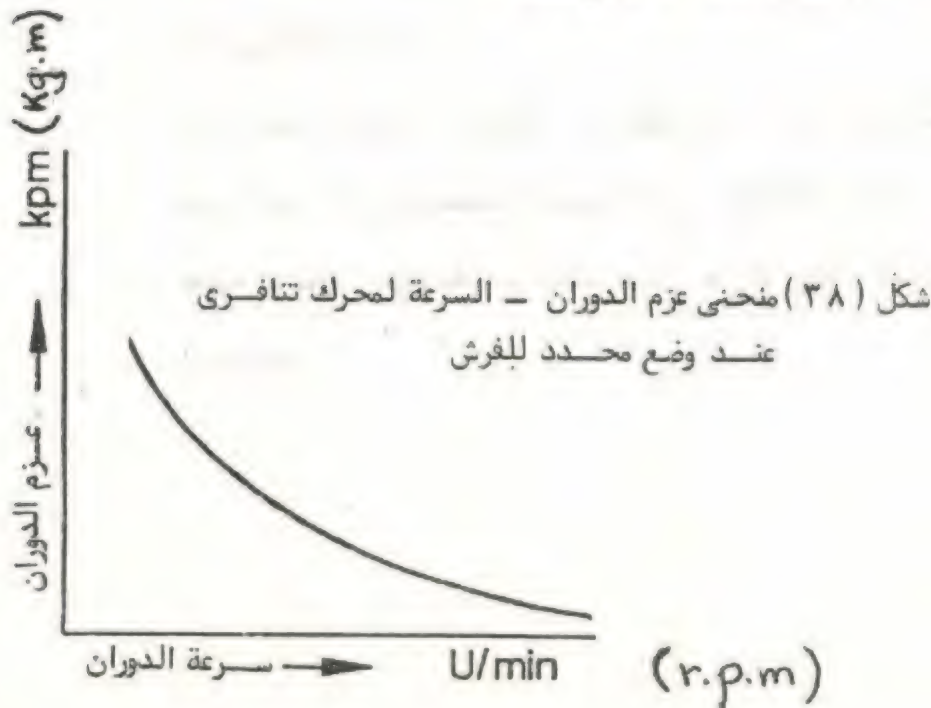


( شكل ٣٧ ) ضبط وضع الفرش في المحرك التنافري

من هنا نجد أن مقدار واتجاه عزم دوران المحركات التناظرية يتوقف على وضع الفرش .

فعندما تكون الفرش في وضع التشغيل يكون عزم بدء الحركة للمحرك التنافرى كبيرا وذلك نظرا لقوة كل من المجال المغناطيسى المتولد فى ملفات العضو الثابت والمجال المغناطيسى المتولد فى ملفات العضو الدوار وأن كلاهما يصنع مع الآخر وضعاً مناسباً . فإذا دار العضو الدوار فسوف تقطع جوانب ملفات العضو الثابت المجال المغناطيسى المتولد بالعضو الثابت ، وبالتالي يتولد جهد بالحث فى ملفات العضو الدوار الذى يؤثر على تيار العضو الدوار تأثيراً عكسياً وبالتالي سوف يقل كل من تيار العضو الدوار وتيار العضو الثابت ومعه سوف يقل عزم الدوران .

وفى حالة اللاحمل للمحرك تزداد سرعة الدوران كلما قل عزم الدوران وعند تحميل المحرك سوف تقل سرعة دوران العضو الدوار والشكل ( ٣٨ ) يوضح ذلك .





## ١ - ٤ - ٢ المحركات العامة

المحركات العامة عبارة عن محركات يمكن تشغيلها بالتيار المستمر أو بالتيار المتغير أحادي الوجه وهى شائعة الاستعمال فى الخلطات الكهربائية المنزلية ، ماكينات الخياطة وغيرها • ويشابه المحرك العام محرك التوالى للتيار المستمر • وأكثر هذه الأنواع شيوعاً المحركات الكسرية الحصان •

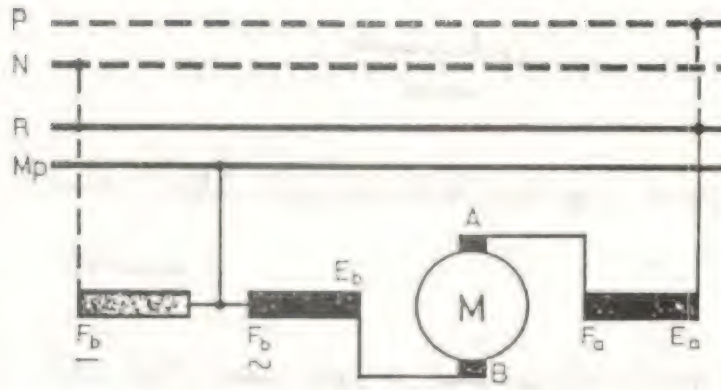
## التركيب :

يتركب هذا النوع من المحركات من القلب الحديدي للعضو الثابت الذى يحتوى اما على مجارى أو على أقطاب بارزة ، التى تحمل ملفات المجال • أما بالنسبة للعضو الدوار فيكون تكوينه مشابهاً لتكوين العضو الدوار للمحرك التنازلى • وتوصل الفرش الكربونية المنزلقة على التوالى مع ملفات المجال • وتوصل دائرة التوالى المكونة من ملفات العضو الثابت وملفات العضو الدوار بالشبكة • ويكون التيار المار فى ملفات المجال هو نفس التيار المار فى ملفات العضو الدوار •

## نظرية التشغيل :

عند توصيل المحرك بالشبكة سوف يكون التيار فى ملفات المجال هو نفس التيار المار فى ملفات العضو الدوار • والشكل ( ٢٩ ) يوضح دائرة توصيل محرك عام ذو ملفات مجال مجزئة وملفات إضافية للتيار

المستمر •



شكل ( ٣٩ ) دائرة توصيل محرك عام ذو ملفات مجزئة وملفات اضافية للتيار المستمر

وعند مرور التيار سوف يتولد مجالا مغناطيسيا في العضو الثابت وآخر في العضو الدوار ، وتكون اتجاهات هذين المجالين مختلفة ونظرا لرغبة كلا المجالين في الدوران في اتجاه واحد ، فسوف يتحرك تبعا لذلك العضو الدوار . وبالتالي فانه يمكن تشغيل المحرك العام بالتيار المتردد أو التيار المستمر .

وتتمتع المحركات العامة بعزم بدء حركة كبير بينما ينخفض هذا العزم في حالة اللاحمل ، كما تنخفض سرعة دوران هذه المحركات عند تحميلها . ويمكن تشغيل محركات التوالى أحادية الوجه الصغيرة بمثابة محركات عامة تعمل بالتيار المتردد أو التيار المستمر . ويكثر استخدام هذا النوع من المحركات في الأجهزة المنزلية مثل المكانس الكهربائية ، ماكينات الخياطة ، ماكينات التجليخ وخلافه .

ونظرا لان مقاومة هذه المحركات عند التيار المتغير تكون أكبر من المقاومة في حالة استخدام التيار المستمر ، بالتالى سوف تكون قدرتها عند التيار المتغير أقل قليلا من قدرتها عند التيار المستمر ولمعادلة ذلك يتم احيانا فصل اجزاء من ملفات المجال عند تشغيل المحرك بالتيار المتغير .



## تمارين

ممممم

- ١ - ماهي العوامل التي يتوقف عليها سرعة دوران المجال الدوار ملف ثلاثي الأوجه ؟
- ٢ - أذكر أنواع العضو الدوار في المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه .
- ٣ - ماهي الشروط التي يجب توافرها عند توصيل مولدات ترامنية بالشبكة ؟
- ٤ - ما المقصود بجهد العضو الدوار الساكن في محركات العضو الدوار الملفوف ؟
- ٥ - كيف ينولد التيار في العضو الدوار الملفوف لمحرك استنتاجي ثلاثي الأوجه ؟
- ٦ - اشرح باختصار نظرية تشغيل المحرك الاستنتاجي ثلاثي الأوجه ذو العضو الدوار المقصور .
- ٧ - وضح لماذا يتم توصيل مقاومات ثلاثية الأوجه على شكل نجمة على التوالي مع ملفات العضو الدوار لمحرك استنتاجي ذو عضو دوار ملفوف .
- ٨ - ما المقصود بالانزلاق في المحركات اللاتزامنية ؟
- ٩ - لماذا لايسمح بتوصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأوجه مباشرة بشبكة الجهد المنخفض ؟
- ١٠ - ماهي وظيفة مفتاح النجمة/دلتا المتصل بدائرة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه ؟

- ١١ - كيف يمكن تغيير سرعة دوران محرك تيار متغير ثلاثي الأوجه ؟
- ١٢ - لماذا يوصل مفتاح النجمة/دلتا المتصل بدائرة محرك اسساجي ثلاثي الأوجه في بدء التشغيل نجمة ؟
- ١٣ - في دائرة توصيل دالاندر كيف توصل ملفات العضو الثابت في دائرة محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه ١٤٢٠ / ٢٨٠٠ الفة/دقيقة .
- ١٤ - كيف يتكون المجال المغناطيسي الدوار في محركات الوجه الواحد ذات المكثف ؟
- ١٥ - وضح باختصار دور الملفات المظلمة الموجودة في محركات الوجه الواحد ذات الملفات المظلمة .
- ١٦ - كيف يمكن عكس دوران محركات الوجه الواحد ذات الملفات المظلمة ؟
- ١٧ - ماهي وظيفة مفتاح الطرد المركزي الموجود في المحركات الاستنتاجية ذات الوجه الواحد ؟
- ١٨ - كيف تكون نقطتي تلامس مفتاح الطرد المركزي عند بدء الحركة ؟
- ١٩ - كيف يتولد تيار في العضو الدوار لمحرك تنافري ؟
- ٢٠ - لماذا تكون القدرة في المحرك العام عند التيار المتغير أقل منها عند التيار المستمر ؟



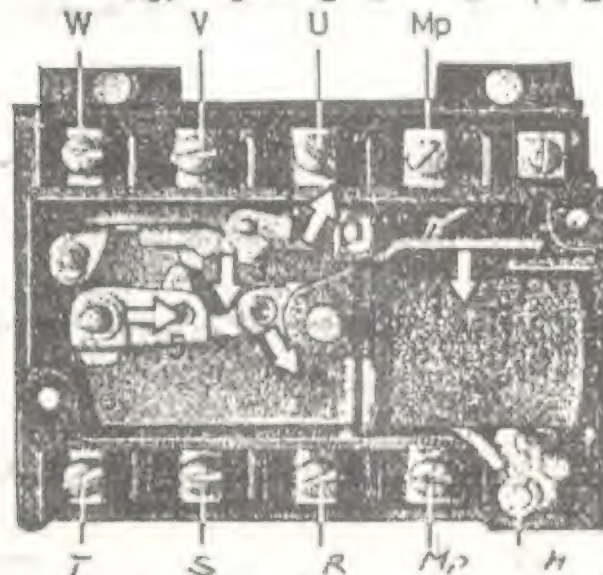
## الباب الثانى

### مفاتيح الوقاية

تسمى المفاتيح التى تفتح الدائرة الكهربائية ذاتيا فى حالة مرور تيار كهربى عال فى الحمل ، أو فى حالة سخونة الحمل بدرجة كبيرة ، أو عند دخول جهد خطأ باسم "مفاتيح الوقاية" وهناك مفاتيح وقاية تعمل على توصيل وفصل المعدات الكهربائية ومن أمثلتها مفتاح وقاية المحرك وأخرى تعمل على حماية الإنسان والحيوان ومن أمثلتها مفتاح الوقاية الذى يعمل على الجهد الخطأ ومفتاح الوقاية الذى يعمل على التيار الخطأ . وجميع مفاتيح الوقاية مصممة بحيث لا يستطيع المرء توصيلها طالما أنها تفصل من نفسها . ويتم تسيب مفاتيح الوقاية ميكانيكيا بواسطة نوعان من الفواصل هما الفاصل الكهرومغناطيسى ، الفاصل الحرارى .

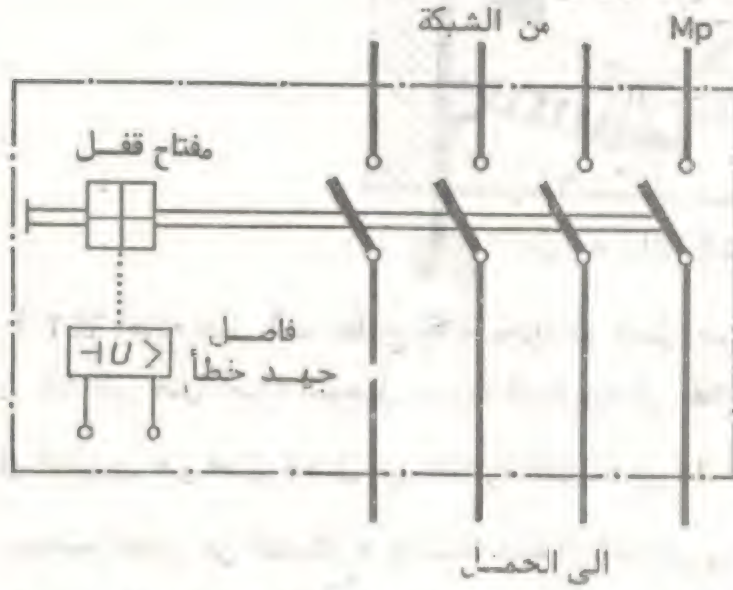
#### ٢ - ١ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسى

عندما يمر تيار فى الملف الخاص بالفاصل الكهرومغناطيسى الموضح بالشكل ( ٤٠ ) سوف تتجذب حافظة حديدية وتعمل قوة الجذب على تشغيل مجموعة متتالية من الاذرع التى تعمل بدورها على فتح حاجز فى ميكانيزم المفتاح يسمى "قفل التوصيل" مما يترتب عليه فصل أجزاء التوصيل بسرعة كبيرة جدا من خلال باى ، وبالتالي يتم فصل الحمل من الدائرة الكهربائية .



شكل ( ٤٠ ) فاصل كهرومغناطيسى لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ

وتوصف مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الكهرومغناطيسى على أنها مفاتيح وقائية ذات فاصل سريع وذلك نظراً لأنها تفصل فى الحال بمجرد توليد التيار لقوة التسيب . والشكل ( ٤١ ) يوضح دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ ، حيث يوصل ملف الفاصل الكهرومغناطيسى بين الغلاف المعدنى لأحد الأحمال وأرضى مساعد .



شكل ( ٤١ ) دائرة توصيل فعلية لمفتاح وقاية يعمل على جهد الخطأ

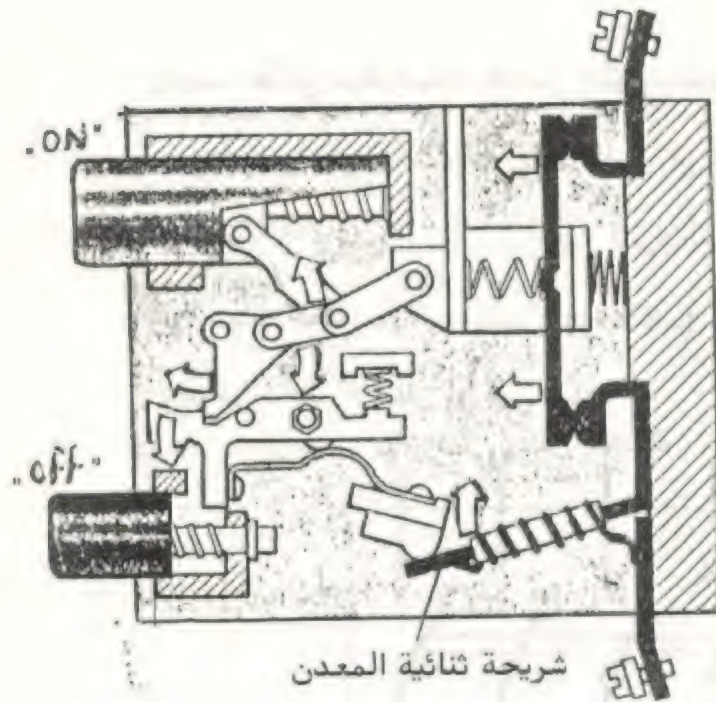
ففى حالة حدوث خطأ ما فى العزل مثلاً ، سوف يتولد جهد بين الغلاف المعدنى والأرضى ، مما يترتب عليه مرور تيار فى ملف الفاصل ، الذى يعمل بدوره على فصل المفتاح . وهنا يجب مراعاة أن مفتاح الوقاية الذى يعمل على جهد الخطأ يعمل على وقاية الانسان فقط وليس المعدة .

## ٢ - مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى

يحتوى هذا النوع من المفاتيح غالباً على شريحة ثنائية المعدن مكونة من معدنين مختلفين ذو تمدد حرارى مختلف .

ويمر تيار الحمل عبر مقاومة ، حيث يعمل هذا التيار على تسخين الشريحة ثنائية المعدن . فكلما زادت شدة التيار كلما زادت سخونة الشريحة ثنائية المعدن الأمر الذى يؤدي الى سرعة وزيادة تقوس الشريحة ، فإذا كان مقدار التقوس أكبر من التقوس عند الفاصل فسوف ينفث حاجز بقل التوصيل كما

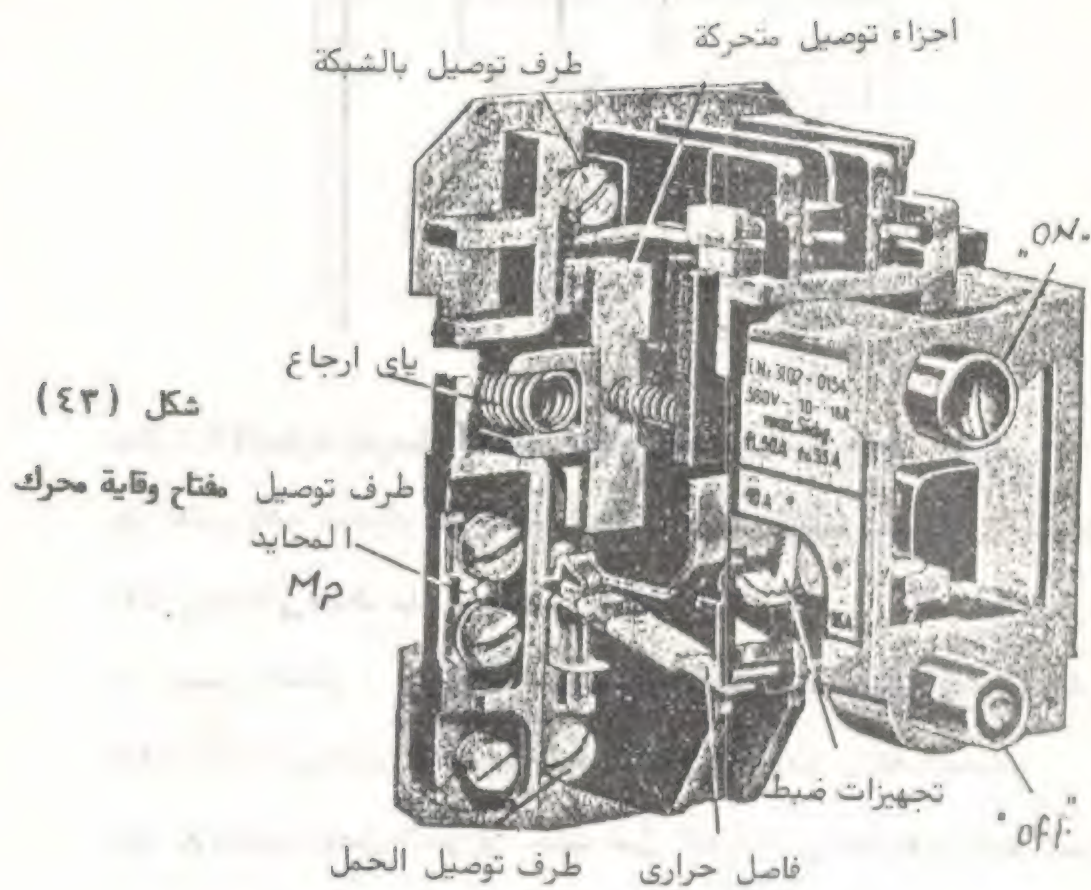




هو موضح بالشكل (٤٢) .

### شكل (٤٣) أجزاء فصل أحد مفاتيح وقاية محرك ذو فاصل حرارى

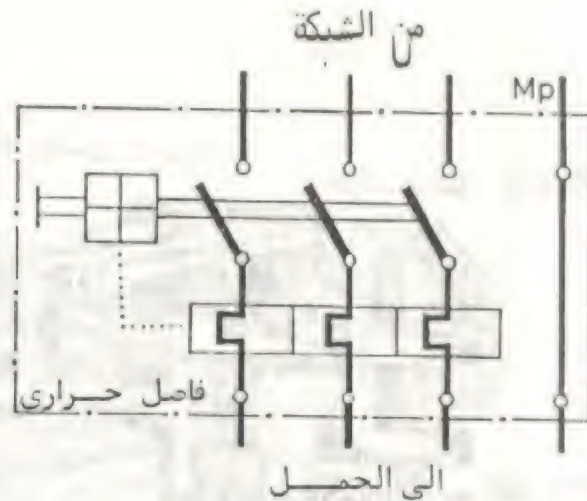
ويعمل يايا على فصل أجزاء التوصيل بسرعة كبيرة. ويعمل مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى على فصل الحمل من الدائرة الكهربائية فى حالة زيادة التيار الذى يسحبه الحمل من الشبكة . وتحدث هذه الزيادة على وجه الخصوص عند تحميل المحركات بأحمال زائدة ، ولذلك تسمى مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الحرارى "مفاتيح وقاية محرك" والشكل (٤٣) يوضح أحد مفاتيح وقاية المحرك .





بينما يوضح الشكل ( ٤٤ ) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل

حرارى .



شكل ( ٤٤ ) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل حرارى

وفى مفاتيح وقاية المحرك يمكن ضبط بعد الشريحة ثنائية المعدن عن أحد الأذرع وبالتالي ضبط تيار التسيب ( الفصل ) . ويتم ضبط قيمة هذا التيار عند توصيل المفتاح . ففى حالة استخدام المفتاح فى دوائر المحركات يتم ضبط مفتاح الوقاية على التيار الاسمى للمحرك الموضح على لوحة بيانات المحرك .

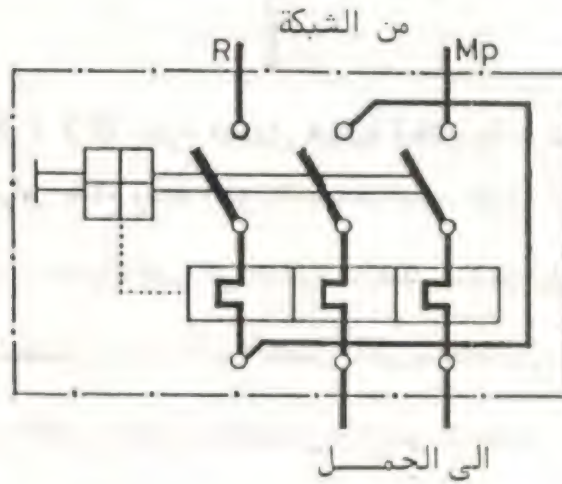
ولقد تم تصميم الفاصل الحرارى بحيث تصل الحرارة الى الشريحة ثنائية المعدن بعد فترة زمنية تبدأ بعدها الشريحة فى التقوس وبالتالي يتأخر الفاصل الحرارى لبعض الوقت فى فصل الحمل من الدائرة الكهربائية .

وقد يكون تأخر فصل الفواصل الحرارية مطلوبا أحيانا فعند توصيل المحركات بالشبكة سوف تسحب تيارا كبيرا عند بدء الحركة حيث لا يعمل هذا التيار على فصل مفتاح وقاية المحرك عند بدء الحركة .

وفى حالة حدوث قصر فى الدائرة سوف يتلف مفتاح الوقاية . ومن هنا نجد أن مفتاح الوقاية ذو الفاصل الحرارى يفصل الحمل من الدائرة الكهربائية فى حالة زيادة التحميل فقط وليس فى حالة حدوث قصر فى الدائرة .

ولذلك يجب توصيل مصهرات قبل مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الحرارى . ويعطى

قيمة تيار هذه المصهرات على لوحة البيانات الخاصة بمفتاح الوقاية • وتوصمم  
مفاتيح وقاية المحرك كمفاتيح ثلاثية الأوجه •  
ويمكن استخدامها في دوائر التيار المتغير أحادي الوجه أو في دوائر التيار  
المستمر بعد توصيل طرفين على التوالي بالكيفية الموضحة بالشكل ( ٤٥ ) •

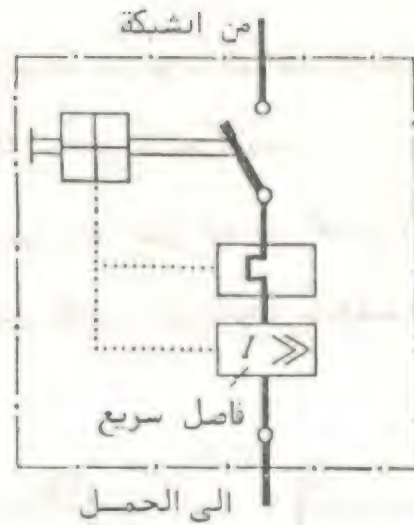


شكل ( ٤٥ ) توصيل مفتاح وقاية محرك في دائرة تيار متغير أحادي الوجه

## ٢ - ٢ مفتاح الوقاية ذو الفاصل الكهرومغناطيسى والحرارى

من المفروض أن يتم وقاية الاجهزة الكهربائية من التحميل الزائد (تيارات كبيرة جدا في فترات زمنية محددة) وكذلك من قصر الدائرة (تيارات متناهية في الكبر) لذلك تم انتاج مفاتيح وقاية ذات فاعل كهرومغناطيسى وآخر حرارى •  
وينتمى لهذا النوع من مفاتيح الوقاية مفاتيح وقاية الموصلات التى نستخدم فى المنازل والمحلات التجارية بدلا من المصهرات، وتنفصل هذه المفاتيح عند أمثال التيار الاسمى بعد زمن قدره ٢ر٠ ثانية والشكل ( ٤٦ ) يوضح دائرة توصيل فعلية لمفتاح وقاية موصلات •

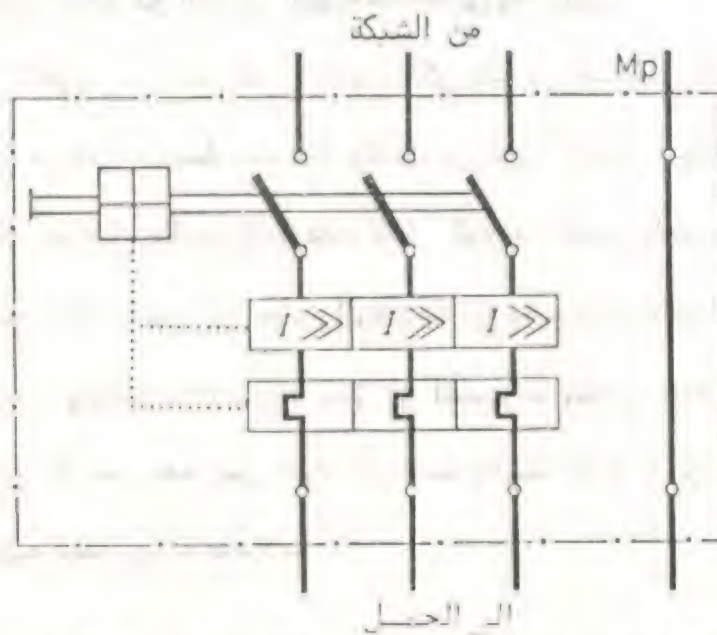




شكل ( ٤٦ ) دائرة توصيل فعلية لمفتاح وقاية موصلات

ويمكن احتراق مفتاح وقاية الموصلات عند فصله نتيجة للتيارات العالية جداً التي تنتج من حدوث قصر في الدائرة ، لذلك يتم توصيل مصهرات قبل المفاتيح . كما ينتمى لمفاتيح الوقاية ذات الفاصل الكهرومغناطيسى والحرارى مفتاح وقاية المحرك ذو الفاصل الكهرومغناطيسى وبالتالي يتم فصل المحرك بواسطة الفاصل الحرارى فى حالة التحميل الزائد ، بينما يتم الفصل بواسطة الفاصل الكهرومغناطيسى فى حالة حدوث قصر فى الدائرة . وتكون هذه المفاتيح مشابهة لمفاتيح وقاية الموصلات مع الفارق أنها ثلاثية الأوجه والشكل ( ٤٧ ) يوضح

ذلك .



شكل ( ٤٧ ) دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية محرك ذو فاصل كهرومغناطيسى

ويكون الفاصل الحرارى قابل للضبط ، حيث يتم ضبطه على التيار الاسمى للمحرك، أما بالنسبة للفاصل الكهرومغناطيسى فاما أن يكون ضبطه ثابتا على قيمة بين ٨ - ١٦ أمثال التيار الاسمى للمفتاح أو ضبطه على قيمة تصل الى ١٠ أمثال التيار الاسمى للمحرك .

ولتجنب حدوث شرر بين أجزاء التوصيل المفتوحة نتيجة للتيارات العالية الناشئة من حدوث قصر فى الدائرة يتم توصيل مصهرات قبل مفتاح وقاية المحرك ذو الفاصل الكهرومغناطيسى .





## ٢ - ٤ المتعمات الكهرومغناطيسية

المتعم الكهرومغناطيسي عبارة عن مفتاح يعمل بالتأثير الكهرومغناطيسي للقدرات

الكهربية الصغيرة .

## التركيب :

يتكون المتعم في أبسط صورة من ملف ذو قلب حديدي وحافظة من حديد مطاوع

وتكون الحافظة من النوع القابل للدوران .

## نظرية التشغيل :

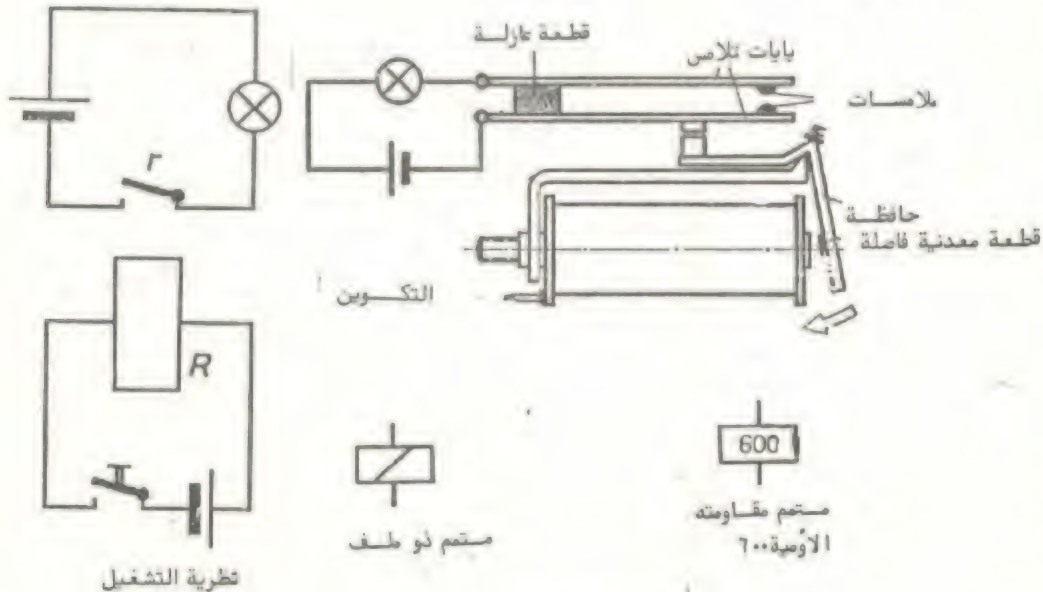
عندما يمر تيار كهربى خلال ملف المتعم سوف تنجذب الحافظة الى أحد أقطاب

المغناطيس الكهربى المتكون نتيجة لمرور التيار الكهربى فى ملف المتعم ، وبالتالي

تعمل على تشغيل ملاسمات التى تقوم بدورها بتوصيل دوائر كهربية أخرى .

والشكل ( ٤٨ ) يوضح تكوين ونظرية تشغيل واصطلاحات المتعم فى الدوائر

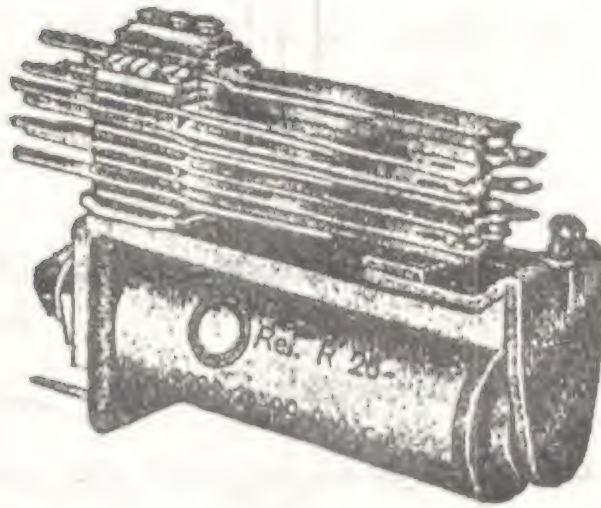
الكهربية .



الاصطلاح

شكل ( ٤٨ ) تكوين ونظرية تشغيل واصطلاحات المتعم فى الدوائر الكهربية

وتستخدم المتعمات في دوائر التيار المستمر لتوصيل دوائر تيار التحكم الخاصة بالمفاتيح الكهرومغناطيسية ، كما تستخدم أيضا في مجال هندسة الاتصالات لتوصيل دوائر كهربية تقوم بنقل الاشارات الكهربية .  
ويمكن تصنيع المتعمات بحيث تحتوى على عدة ملاسات في مجموعة واحدة كما هو موضح بالشكل ( ٤٩ ) .

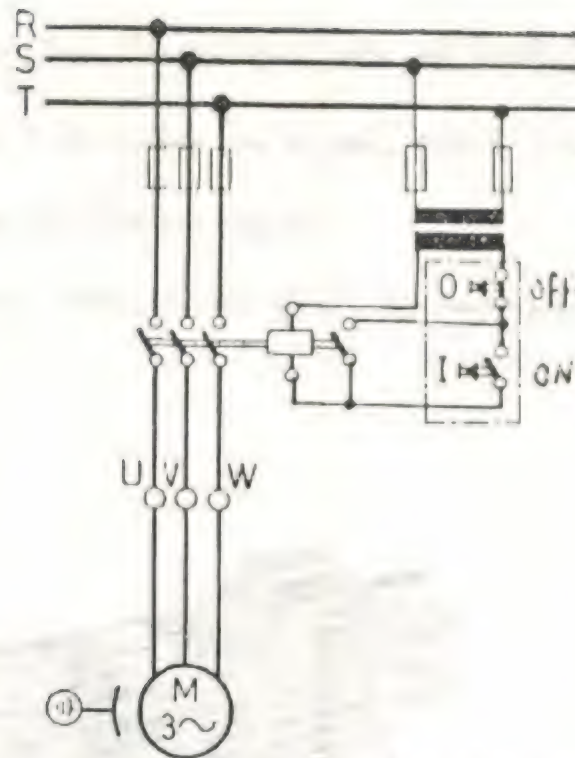


شكل ( ٤٩ ) متم ذو عدة ملاسات

## ٢ - ٥ قواطع التيار

تتكون دوائر توصيل قواطع التيار من دوائر التيار الرئيسى ودوائر تيار التحكم .  
والشكل ( ٥٠ ) يوضح دائرة توصيل بسيطة لأحد قواطع التيار . وفيها يمر التيار في دائرة التيار الرئيسى عبر مصهرات ثم الى الازرار الضاغطة للقاطع فالحمل الذى يمثل بالشكل محرك كهربي ثلاثى الأوجه .  
أما بالنسبة لدائرة تيار التحكم فانها غالبا ماتحصل على الجهد الخاص بها عبر محول تحكم .



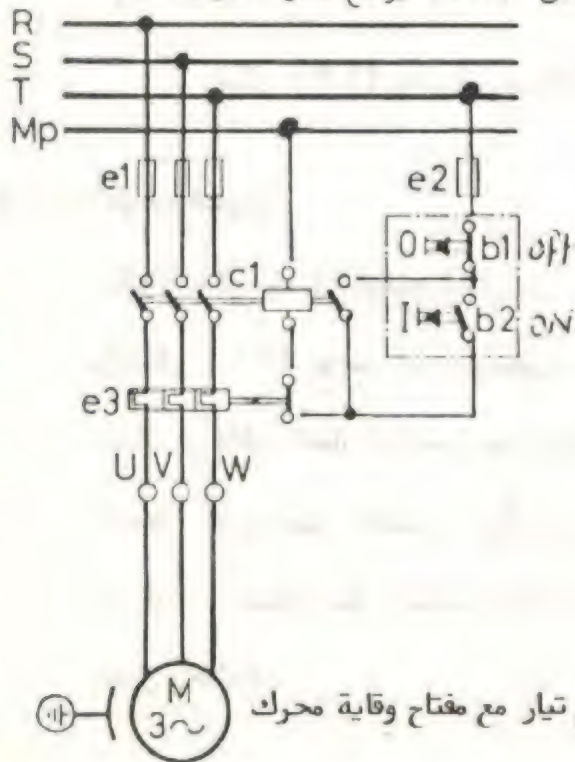


شكل ( ٥٠ ) دائرة توصيل بسيطة لأحد قواطع التيار  
دوائر سريان التيار

يتم تنفيذ دوائر توصيل قواطع التيار البسيطة غالباً على هيئة دوائر توصيل  
فعلية . حيث تحتوي دوائر التوصيل الفعلية على الدائرة الكاملة مشتملة

جميع أطراف التوصيل وكابلات التحكم والشكل ( ٥١ ) يوضح دائرة التوصيل

التعملية لقاطع تيار مع مفتاح وقاية محرك



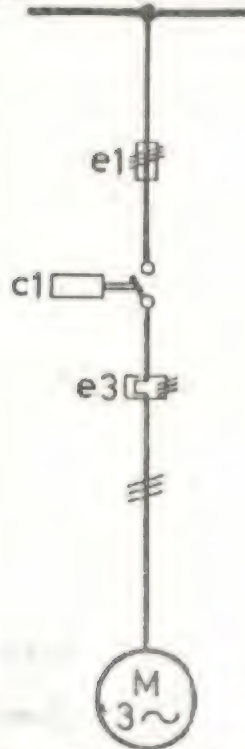
شكل ( ٥١ ) دائرة التوصيل الفعلية لقاطع تيار مع مفتاح وقاية محرك

وهناك أيضا دوائر التوصيل الخطية التي تكون مبسطة جدا . وغالبا ماتنفذ.

على هيئة خط واحد وبدون دوائر تحكم ، والشكل ( ٥٢ ) يوضح دائرة توصيل

خطية لدائرة التوصيل الفعلية الموضحة بالشكل ( ٥١ ) .

380 V 3/Mp ~ 50 Hz



شكل ( ٥٢ ) دائرة توصيل خطية للدائرة الموضحة بالشكل ( ٥١ )

ويتم تمثيل كابلات التحكم الممددة بصورة أفضل وبصفة منفصلة في دوائر سريان

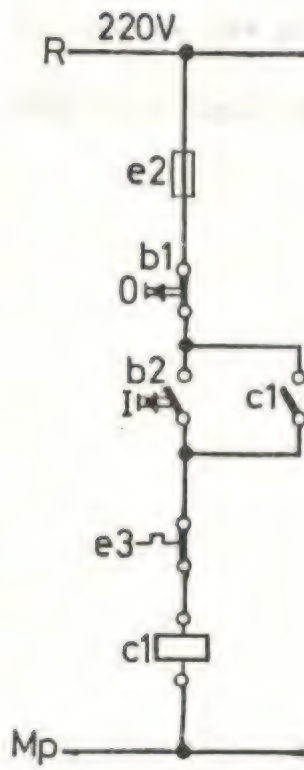
التيار التي تمثل دائرة توصيل جزئية بجميع أجزائها والكابلات الخاصة بها

وذلك على حسب خطوط سير التيار . ففي دوائر قواطع التيار توجد دائرتان

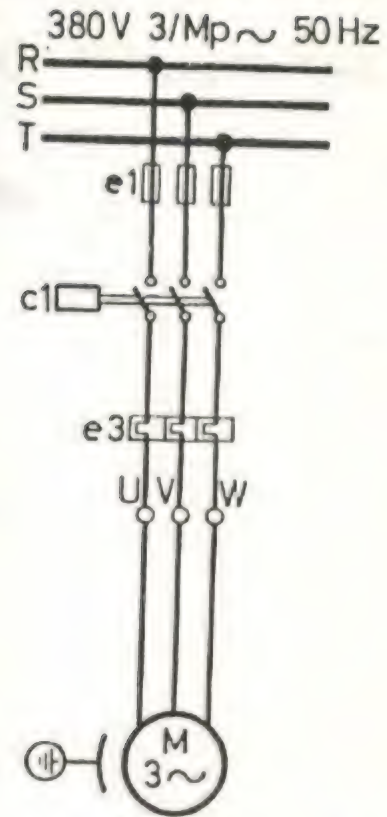
لسريان التيار ، الأولى خاصة بالتيار الرئيسي كما هو موضح بالشكل ( ٥٣ )

والأخرى خاصة بتيار التحكم كما هو موضح بالشكل ( ٥٤ ) .





شكل ( ٥٤ ) دائرة سريان التيار لدائرة  
تيار التحكم الخاصة بدائرة التوصيل  
الفعلية الموضحة بالشكل ( ٥١ )



شكل ( ٥٣ ) دائرة سريان التيار لدائرة  
التيار الرئيسي الخاصة بدائرة التوصيل  
الفعلية الموضحة بالشكل ( ٥١ )

## تمارين

- ١ - أذكر نوعى الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقاية .
- ٢ - صف باختصار تكوين ونظرية تشغيل أحد الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقاية  
والتي تفصل الدائرة الكهربائية بعد مرور فترة من الوقت .
- ٣ - عند أى قيمة للتيار يتم ضبط مفتاح وقاية المحرك ؟
- ٤ - وضح بالرسم كيف أمكن استخدام مفتاح وقاية المحرك ثلاثى الأقطاب لتشغيل محرك  
تيار متغير أحادى الوجه .
- ٥ - عند أى قيمة للتيار تفصل مفاتيح وقاية الموصلات ؟
- ٦ - ماهو الهدف من توصيل مصهرات قبل مفاتيح الوقاية ذات الفاصل الحرارى ؟
- ٧ - أى الفواصل المستخدمة فى مفاتيح الوقاية يفصل أسرع ؟
- ٨ - وضح بالرسم فقط دائرة التوصيل الفعلية لمفتاح وقاية يحتوى على كلا نوعى الفواصل .
- ٩ - أذكر الدائرتين الكهربيتين المستخدمتين فى دوائر توصيل قواطع التيار .
- ١٠ - ما الفرق بين دائرة التوصيل الفعلية ودائرة سريان التيار ؟
- ١١ - ماهى مكونات المتتم الكهرومغناطيسى ؟
- ١٢ - اشرح باختصار نظرية تشغيل المتتم الكهرومغناطيسى .



1. The first is the question of the day.

2. The second is the question of the day.

3. The third is the question of the day.

4. The fourth is the question of the day.

5. The fifth is the question of the day.

6. The sixth is the question of the day.

7. The seventh is the question of the day.

8. The eighth is the question of the day.

9. The ninth is the question of the day.

10. The tenth is the question of the day.

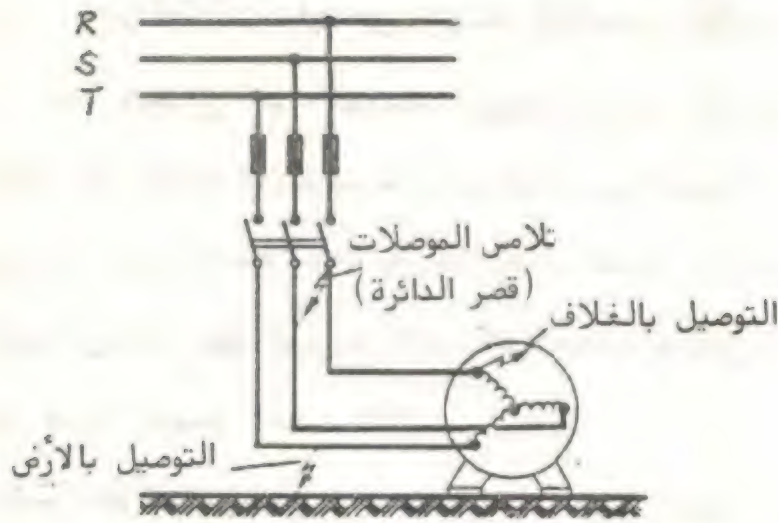
11. The eleventh is the question of the day.

12. The twelfth is the question of the day.

13. The thirteenth is the question of the day.

14. The fourteenth is the question of the day.

في العزل • والشكل (٥٥) يوضح ذلك •



شكل (٥٥) أنواع الأخطاء

ثانياً : تلامس الموصلات

ينشأ هذا النوع من الخطأ من خلال تلامس موصلات حاملة للجهد الكهربائي وتتبع دائرة التشغيل الكهربائية مع بعضها البعض (شكل ٤٠) •

ثالثاً : التوصيل بالأرض

ينشأ هذا النوع من الخطأ من خلال تلامس أحد الموصلات الرئيسية بالأرض أو بالأجزاء المؤرضة (شكل ٤٠) •

هذا ويجب معرفة أنه في حالة حدوث أي من الاتصالات السابقة بصورة مكتملة تكون قيمة المقاومة الكهربائية عند موقع الخطأ معدومة عملياً ، وهنا نتحدث عن الاتصال المكتمل • وفي حالة ما إذا كانت قيمة المقاومة الكهربائية عند موقع الخطأ ذات قيمة محدودة فهنا نتحدث عن الاتصال الغير مكتمل •

وعند حدوث الاتصال المكتمل ينشأ تيار كبير يعمل بدوره على فصل المصهرات المنصلة بالدائرة في الحال • أما بالنسبة لحالات الاتصال الغير مكتمل فسوف يمر في الدائرة تيارات كهربائية لا تتأثر بها المصهرات المتصلة بالدائرة • ويعتبر هذا النوع من الاتصال خطيراً للغاية نظراً لعدم الاستدلال عليه ، الأمر الذي قد يؤدي إلى حدوث الحرائق •



### العوامل التي تحدد خطورة الصدمة الكهربائية :

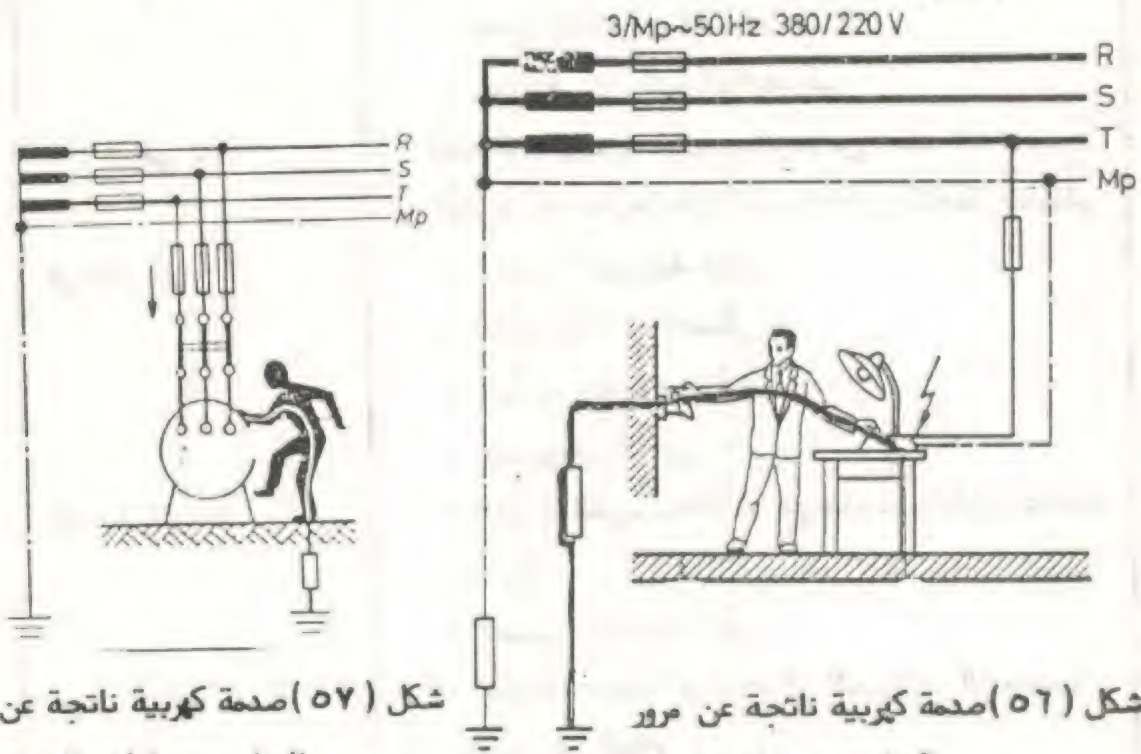
- ١ - قيمة التيار المار خلال الجسم .
- ٢ - مسار التيار خلال الجسم .
- ٣ - مدة سريان التيار خلال الجسم .

والجدول التالي يوضح التأثيرات المختلفة للتيار الكهربى على الجسم .

التيار بالميللى أمبير	التأثير
١ فمادونه من ١ الى ٨	<ul style="list-style-type: none"> <li>• عدم الاحساس بالصدمة الكهربائية أمر وارد .</li> <li>• الشعور بالصدمة الكهربائية ولكنها ليست مؤلمة .</li> <li>• يسمح بمغادرة الأفراد .</li> <li>• عدم فقدان التحكم العضلى .</li> </ul>
من ٨ الى ١٥	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الصدمة الكهربائية مؤلمة وبالرغم من ذلك فانه يسمح للأفراد بالمغادرة نظرا لعدم فقدان التحكم العضلى</li> </ul>
من ١٥ الى ٢٠	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الصدمة الكهربائية مؤلمة .</li> <li>• فقدان التحكم العضلى .</li> <li>• لايسمح بمغادرة الأفراد .</li> <li>• صعوبة فى التنفس .</li> </ul>
من ٢٠ الى ٥٠	<ul style="list-style-type: none"> <li>• الصدمة الكهربائية مؤلمة مع حدوث انقباضات عضلية قوية .</li> <li>• لايسمح بمغادرة الأفراد .</li> </ul>
من ٥٠ الى ٢٠٠	<ul style="list-style-type: none"> <li>• امكانية حدوث انقباضات فى العضلات القلبية تؤدي الى الوفاة .</li> <li>• حدوث انقباضات عضلية شديدة وتلف الجهاز العصبى .</li> </ul>
٢٠٠ فمافوق	<ul style="list-style-type: none"> <li>• حروق شديدة ، انقباضات عضلية شديدة .</li> <li>• عدم امكانية التنفس طوال فترة تأثير الصدمة الكهربائية .</li> </ul>

ووجب أن نعلم أن الجلد الجاف يتمتع بمقاومة عالية لمرور التيار الكهربى خلال الجسم وبالتالي يقلل من تأثيرات الصدمة الكهربائية . وفى حالة وجود أى كمية رطوبة على الجلد فان هذا سوف يقلل من مقاومة الجلد الى درجة خطيرة تجعل تأثيرات الصدمة الكهربائية غاية الخطورة . وتظهر معظم الصدمات الكهربائية المميتة عندما يكون سريان التيار الكهربى خلال القلب أو بالقرب منه . ويحدث ذلك عندما يكون مسار التيار خلال الذراعين كما هو موضح بالشكل ( ٥٦ ) .

أو عندما يكون مسار التيار بين أحد الذراعين وأحد القدمين كما هو موضح بالشكل ( ٥٧ ) .



شكل ( ٥٧ ) صدمة كهربية ناتجة عن مرور التيار بين ذراع وقدم

شكل ( ٥٦ ) صدمة كهربية ناتجة عن مرور التيار بين ذراعين

هذا ويمكن أن يؤدي سريان تيار شدته ١٠٠ ميلي أمبير خلال القلب لفترة زمنية تصل الى ثلث ثانية فقط الى حدوث انقباضات فى عضلات القلب الأمر الذى سوف يؤدي الى توقف الدورة الدموية وبالتالي الى الوفاة . ومن هنا كانت اجراءات الوقاية من الصدمة الكهربائية أمرا ضروريا .



## ٢ - ٤ إجراءات الوقاية بدون استخدام موصل واقى

فى هذا النوع من اجراءات الوقاية لا يتم انفصال المعدات الكهربائية عن الشبكة

عند حدوث الخطأ •

وينتمى لهذا النوع من اجراءات الوقاية كل من :

— الوقاية باستخدام العزل الواقى •

— الوقاية باستخدام الجهد المنخفض •

— الوقاية باستخدام الفصل الواقى •

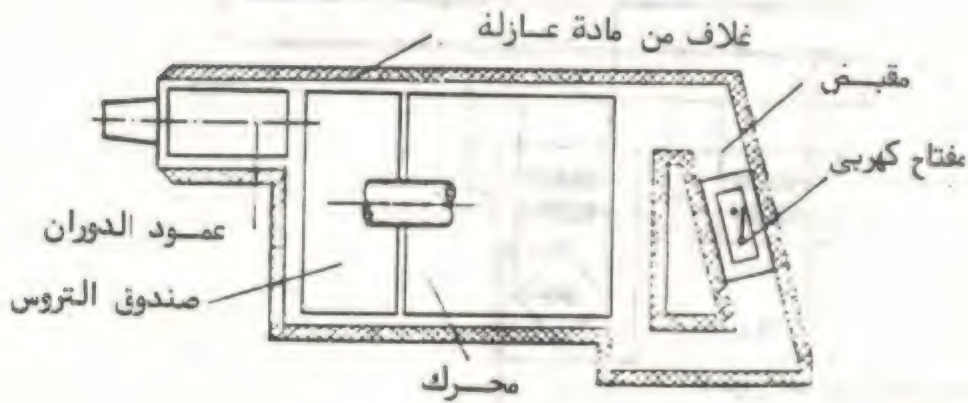
يتم هذا النوع من الوقاية من خلال تغطية جميع الأجزاء المعرضة للمس

والتي يمكن وصول جهد كهربى لها مع الأرضى بمواد عازلة • ويمكن أن تكون

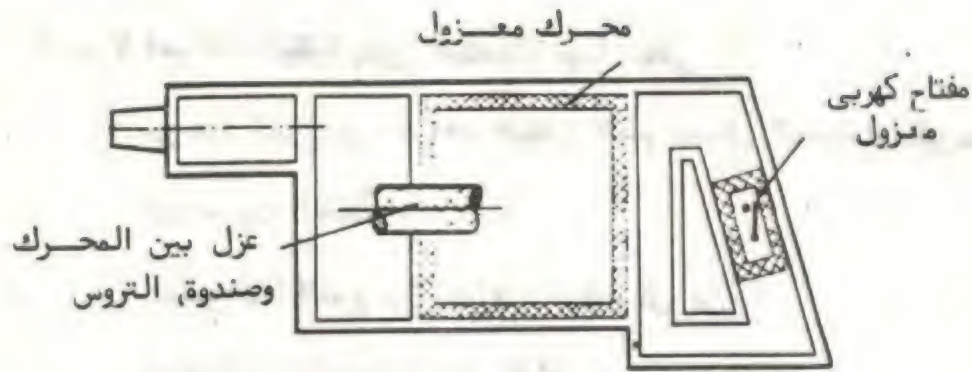
الوقاية من خلال وضع غلاف عازل على المعدة بالكامل أو من خلال عزل

الاجزاء الكهربائية فقط كما هو موضح بالشكل (٥٨) والشكل (٥٩) •

والعلامة □ توضح الوقاية باستخدام العزل الواقى •



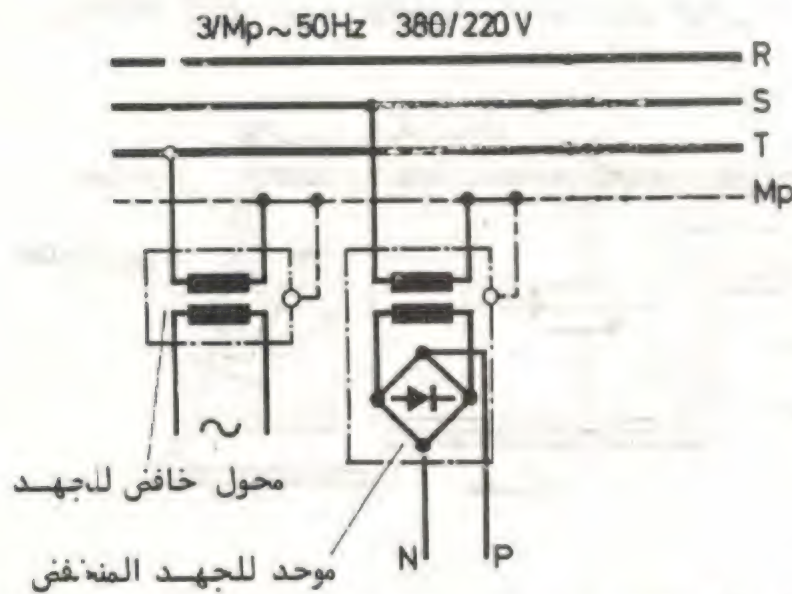
شكل (٥٨) الوقاية من خلال غلاف عازل



شكل (٥٩) الوقاية من خلال العزل الجزئى

ثانيا : الوقاية باستخدام الجهد المنخفض

فى هذا النوع من الوقاية تم تجنب جهود التلامس الخطيرة • وتنتمى للجهود المنخفضة الجهود الاسمية التى تصل الى ٤٢ فولت • ويتم توليد الجهد المنخفض غالبا باستخدام محولات الاجراس أو محولات لعب الأطفال أو المحولات الواقية والشكل (٦٠) يوضح دوائر توصيل لبعض المعدات التى تستخدم نظام الوقاية باستخدام الجهد المنخفض •



شكل (٦٠) دوائر توصيل لمعدات تستخدم نظام الوقاية باستخدام الجهد المنخفض

هذا ويجب مراعاة أنه عند تنفيذ تمديدات الدوائر الكهربائية التى تستخدم هذا النوع فى الوقاية يجب استخدام معدات كهربية يتحمل عزلها جهدا قيمته



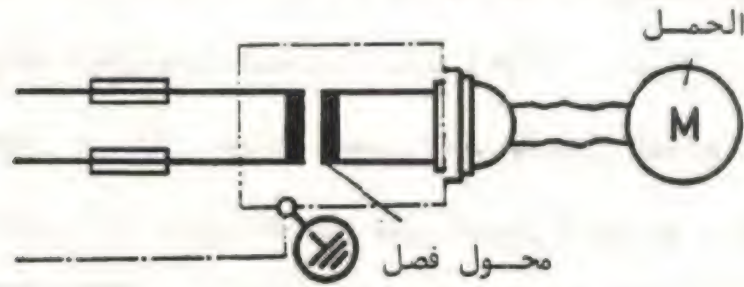
• على الأقل

ويستثنى من ذلك كابلات توصيل لعب الأطفال والكابلات الخاصة بالتليفونات ويجب أن تكون فيشة المعدات التي تستخدم نظام الجهد المنخفض في الوقاية مميزة بحيث لا تتناسب مع البراييز الموجودة بنفس المنشأة والخاصة بالجهود العالية ١١٠ أو ٢٢٠ فولت مثلا .

ويستخدم هذا النوع من الوقاية بكثرة في المحركات الصغيرة ، لعب الأطفال الكشافات اليدوية وخلافه ، كما يوصى باستخدام هذا النوع من الوقاية للمعدات التي يتم العمل بها في الاماكن ذات الحيز الضيق .

### ثالثا : الفصل الواقى

في هذا النوع من اجراءات الوقاية يتم توصيل محول بين الشبكة والحمل الذي لايتعدى قيمة الجهد الاسمى له ٣٨٠ فولت . والشكل ( ٦١ ) يوضح ذلك ويمنع الفصل الواقى وصول جهود التلامس التي تنشأ بالشبكة المغذية الى الحمل .



شكل ( ٦١ ) الفصل الواقى

ويكون الفصل الواقى مؤثرا طالما أنه لا يوجد توصيل بالأرض ناحية الملف الثانوى للمحول ، مثل تلف أسلاك الملفات أو توصيل بالغلاف . ويكون الفصل الواقى مسموح به لشبكات حتى ٥٠٠ فولت ولايجب أن تتعدى قيمة الجهد على الملف الثانوى للمحول عن ٣٨٠ فولت ولايسمح بتوصيل أكثر من حمل على الملف الثانوى لمحول الفصل بحيث لا تتعدى قيمة التيار الاسمى عن ١٥ أمبير .

## ٣ - ٢ إجراءات الوقاية باستخدام الموصل الواقى

فى هذا النوع من اجراءات الوقاية تنفصل المعدة من الدائرة عند حدوث الخطأ  
ويستخدم هنا موصل واقى يتم ربطه بالاجزاء المعدنية للمعدة الغير حاملة  
للجهد الكهربى . ويجب مراعاة أن يكون الموصل الواقى قطعة واحدة متصلة  
حتى المعدة . وتكون مساحة مقطع الموصل الواقى مساوية لمساحة مقطع الموصلات  
الخارجية الحاملة للتيار وذلك حتى مساحة مقطع الموصلات الخارجية قيمتها  $25 \text{ مم}^2$   
وينتمى لهذا النوع من اجراءات الوقاية كل من :

-- التعادل

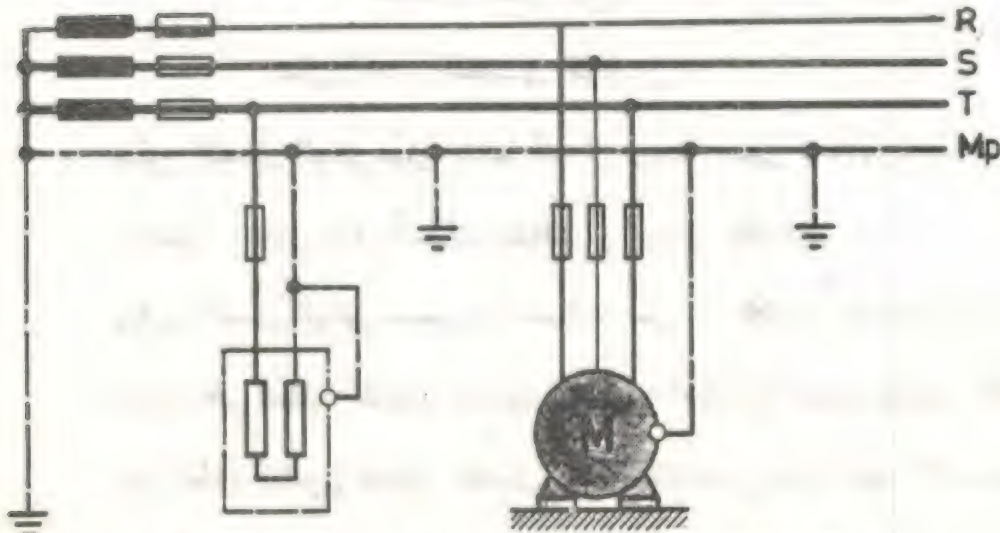
-- التأريض الواقى

-- دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

-- دائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

## ٣ - ٢ - ١ التعادل

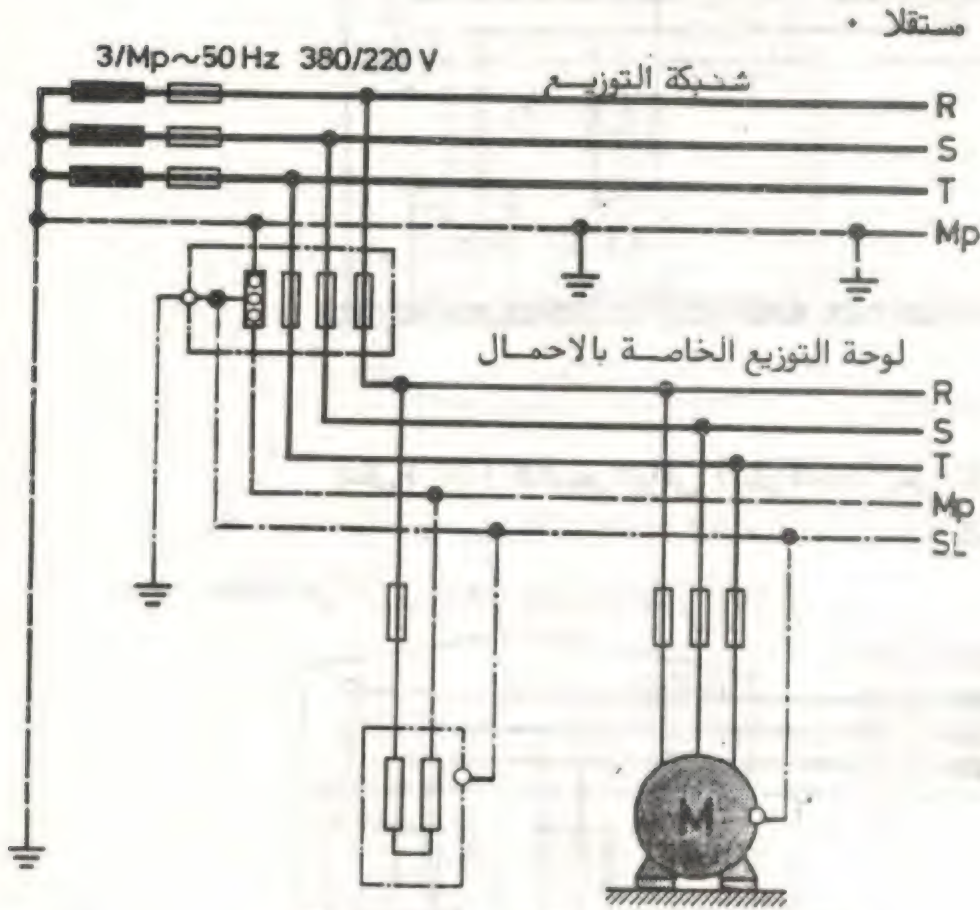
يعتبر التعادل من أكثر اجراءات الوقاية شيوعا - ويتطلب هذا النوع من  
اجراءات الوقاية وجود الموصل المحايد ( $M_p$ ) بالشبكة . وتتم عملية  
التعادل من خلال توصيل الموصل الواقى بالموصل المحايد ( $M_p$ )  
والشكل (٦٢) يوضح ذلك حيث يكون الموصل الواقى غير مستقل .



شكل (٦٢) عملية التعادل عندما يكون الموصل الواقى غير مستقل



بينما يوضح الشكل (٦٣.) عملية التعادل عندما يكون الموصل الواقى



شكل (٦٣) الموصل الواقى SL مستقل

وتعمل عملية التعادل على تحويل أى توصيل بالغلاف الى قصر فى

الدائرة ، حيث يعمل تيار القصر المار فى الموصل الواقى على فصل

المصدر المختص •

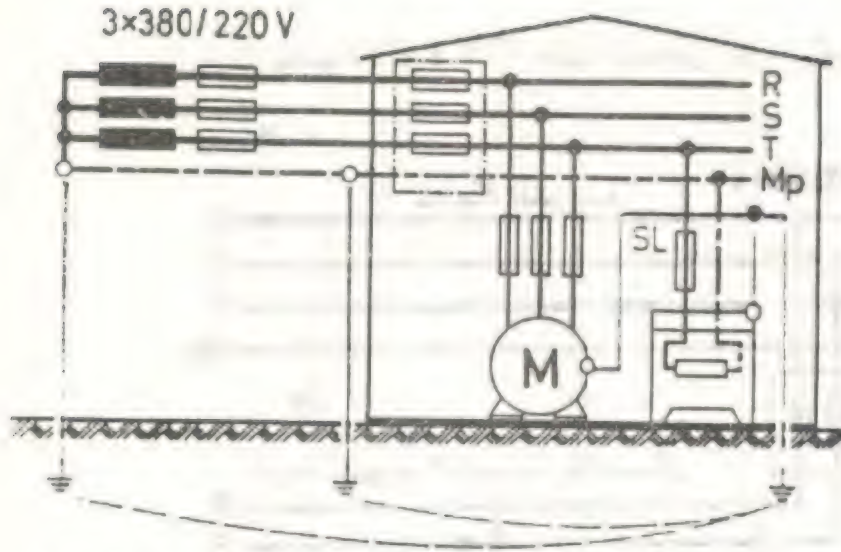
### ٢ - ٣ - ٢ التأريض الواقى

تتم اجراءات التأريض الواقى من خلال توصيل الموصل الواقى بالأرض •

ويعمل التأريض الواقى على تحويل أى توصيل بالغلاف الى توصيل

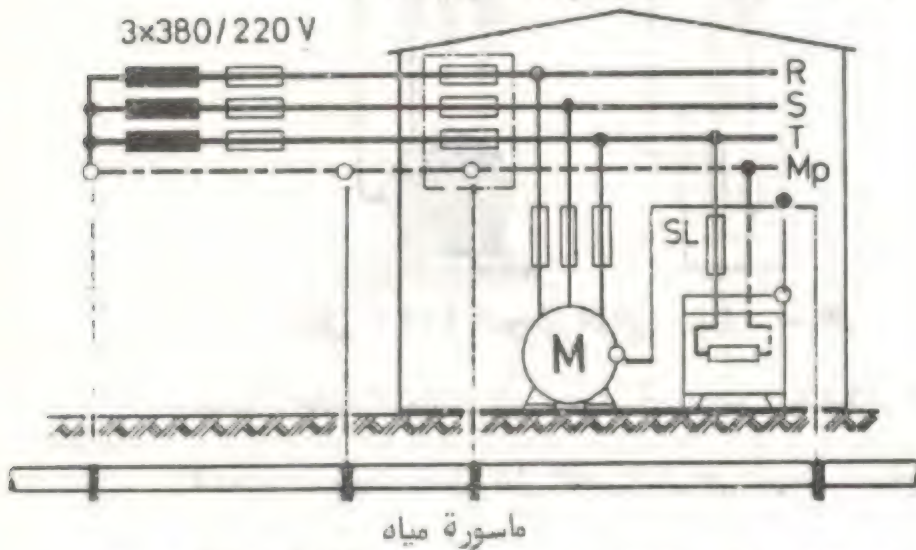
بالأرض ، حيث يعمل تيار الخطأ المار فى الموصل الواقى على فصل

المصدر المختص • والشكل (٦٤) يوضح التأريض الواقى



شكل ( ٦٤ ) التأريض الواقى (تيار الخطأ يمر خلال الأرض)

وقد يتم احيانا توصيل بقطه النجمة الحاصه بمحول الشبكة بماسورة مياه مدفونة فى الأرض كما هو موضح بالشكل ( ٦٥ ) .



شكل ( ٦٥ ) التأريض الواقى (تيار الخطأ يمر خلال ماسورة مياه)

### ٣ - ٣ - ٣ دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

فى هذا النوع من دوائر الوقاية يتم فصل الحمل من الشبكة خلال

١- ثمانية من حدوث جهد التلامس . وتتكون هذه الدائرة من مفتاح

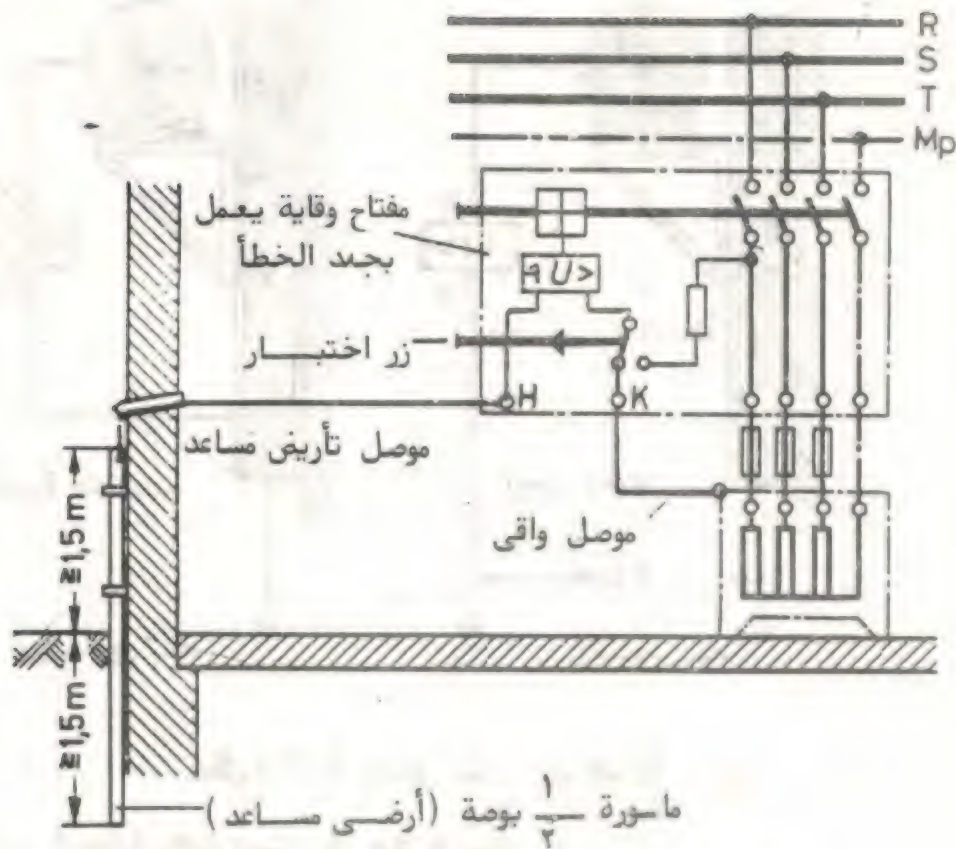
وقاية ذو ملف يعمل على جهد الخطأ ، الموصل الواقى ، موصل تأريض

اضافى ، أرضى اضافى والشكل ( ٦٦ ) يوضح هذه الدائرة .

ويكون ملف الجهد الخاص بمفتاح الوقاية بمثابة جهاز فولتميتر متصل بين

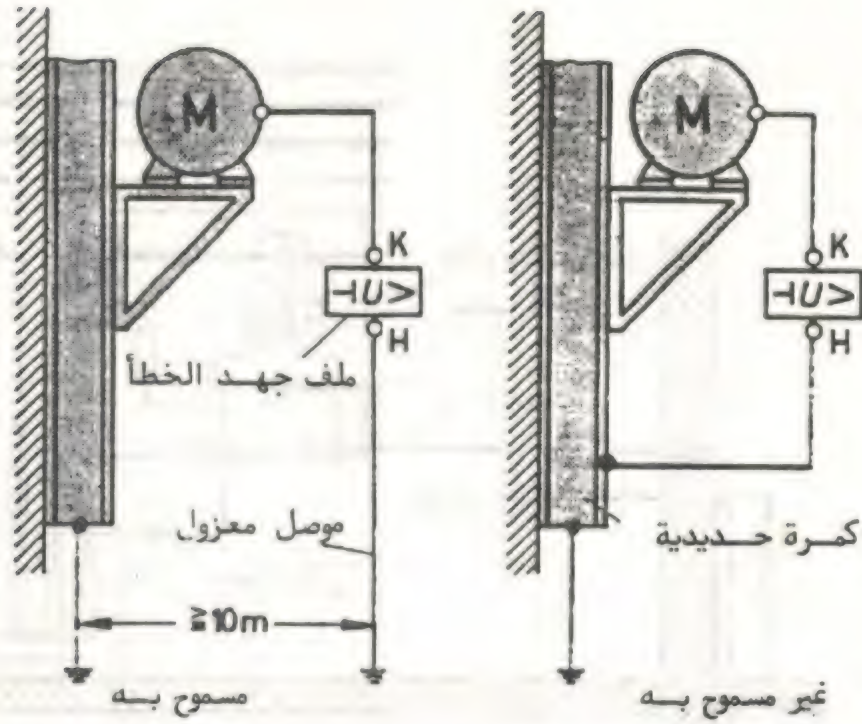
اجزاء المعدة المطلوب فصلها والأرضى المساعد .





شكل ( ٦٦ ) دائرة وقاية تعمل على جهد الخطأ

وبالتالى فان ملف الجهد يراقب الجهد الناشئ بين النقطتين (H,K) ويجب أن يفصل مفتاح الوقاية اذا زادت قيمة هذا الجهد عن ٦٥ فولت . ويجب الا تتعدى قيمة مقاومة الارضى المساعد عن ٨٠٠ أوم وذلك فى حالة أقصى جهد تلامس مسموح به والذي تصل قيمته ٦٥ فولت . ومع هذا فإذا كان المطلوب فصل مفتاح الوقاية لحماية الحيوانات مثلا من جهد تلامس تصل قيمته ٢٤ فولت فانه يسمح أن تصل قيمة مقاومة الارضى المساعد الى قيمة أقصاها ٢٠٠ أوم . ويجب مراعاة عدم توصيل ملف جهد مفتاح الوقاية بين الغلاف المعدنى للمعدة وأى جزء حديدي آخر والشكل ( ٦٧ ) يوضح توصيل ملف جهد الخطأ .



شكل (٦٧) توصيل ملف جهد الخطأ

### ٣ - ٢ - ٤ دائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

في هذا النوع من دوائر الوقاية يتم فصل الحمل من الشبكة خلال

١. ثمانية من حدوث جهد تلامس .

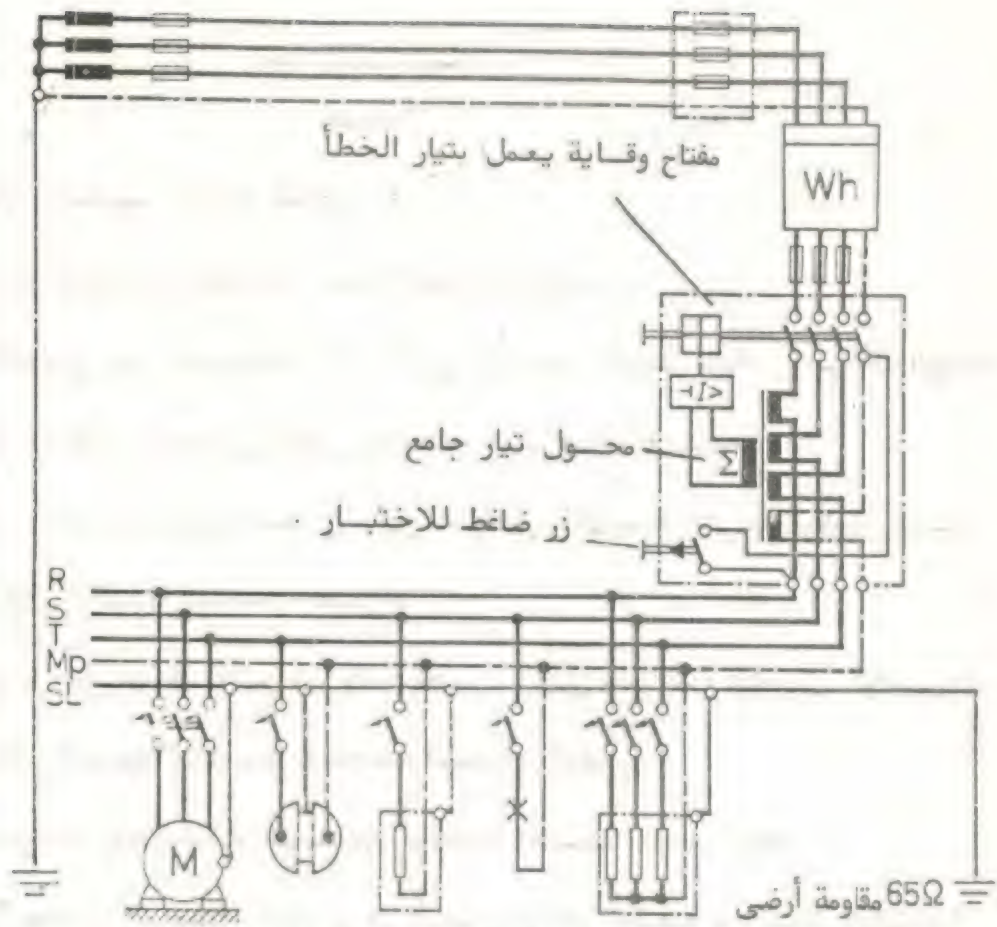
وتشتمل هذه الدائرة على مفتاح وقاية يعمل بتيار الخطأ ، حيث يحتوى

هذا المفتاح على محول تيار جامع يعمل ملفه الثانوى على فصل المفتاح .

ويجب أن توصل الموصلات الرئيسية للمعدات المطلوب وقايتها بالملفات

الثانوية للمحول الجامع بالكيفية الموضحة بالشكل ( ٦٨ ) .





شكل ( ٦٨ ) مثال لدائرة وقاية تعمل على تيار الخطأ

في حالة عدم وجود خطأ يمر تيار التشغيل خلال الملفات الثانوية لمحول

التيار في المعدة ثم يعود مرة أخرى الى محول التيار ثم الى الشبكة

وبذلك سوف لا يكون هناك فرصة لتوليد أي جهد في الملفات الثانوية

لمحول التيار . وفي حالة حدوث توصيل بالغلاف سوف يمر جزء من

التيار خلال الأرض عائدا الى محول الشبكة مرة أخرى ، نتيجة لذلك

سوف يتولد جهد في الملفات الثانوية يعمل بدوره على إثارة فاصل

كهرومغناطيسي الذي يعمل على فصل المفتاح .

وفي هذا النوع من دوائر الوقاية يتم توصيل جميع المعدات المطلوب

وقايتها الى الموصل الوافي SL الذي يوصل بالأرض عن طريق مقاومة

أرضي كما هو موضح بنفس الشكل السابق .

وتتوقف قيمة مقاومة الأرضي على تيار فصل مفتاح الوقاية ، حيث يوجد

مفاتيح تفصل عند تيار خطأ قيسته ٣.٠ أمبير ، ٥.٠ أمبير ، ١٠ أمبير ، ١٣ أمبير .

## تمارين

\*\*\*\*\*

- ١ - ماهو المقصود بجهد التلامس ؟
- ٢ - وضح باختصار كيف تتم عملية العزل الواقى .
- ٣ - ما الفرق بين اجراءات الوقاية التى لاتستخدم الموصل الواقى واجراءات الوقاية التى تستخدم الموصل الواقى وذلك من حيث فصل المعدات ؟
- ٤ - عند أى قيمة للجهد يجب أن تكون الدوائر الكهربائية التى يتم وقايتها من خلال الجهد المنخفض معزولة ؟
- ٥ - وضح برسم مبسط اجراءات وقاية محرك كهربى باستخدام الفصل الواقى .
- ٦ - ماهى القيود الخاصة باستخدام الفصل الواقى ؟
- ٧ - وضح كيف تتم عملية التعادل موضحا اجابتك برسم مبسط .
- ٨ - أين يوصل الموصل الواقى فى المعدات وماهى وظيفته فى الدوائر الكهربائية ؟
- ٩ - بين أى نقطتين يتم توصيل مفتاح الوقاية الذى يعمل بجهد الخطأ ؟
- ١٠ - مانوع المحول الموجود بمفتاح الوقاية الذى يعمل بتيار الخطأ ؟



## الباب الرابع

### اعادة لف المحركات الكهربائية

#### ٤ - ١ اعادة لف محركات التيار المتغير ثلاثى الأوجه

تحتوى معظم محركات التيار المتغير ثلاثى الأوجه على ملفات ذات طبقة واحدة فى المجرى ، حيث يكون عدد المجارى لكل قطب ووجه عدد صحيح .  
ولامكانية الحصول على عدد صحيح لعدد المجارى لكل قطب ووجه تم تصنيع رقائق القلب الحديدى وفقا لعدد أقطاب المحرك كما هو موضح بالجدول التالى:

عدد الأقطاب	عدد المجارى
٢	٦ ١٢ ١٨ ٢٤ ٣٠ ٣٦
٤	١٢ ٢٤ ٣٦ ٤٨ ٦٠ ٧٢
٦	١٨ ٣٦ ٥٤ ٧٢
٨	٢٤ ٤٨ ٧٢

وتتم عملية اعادة لف العضو الثابت للمحركات ثلاثية الأوجه وفقا للخطوات التالية:

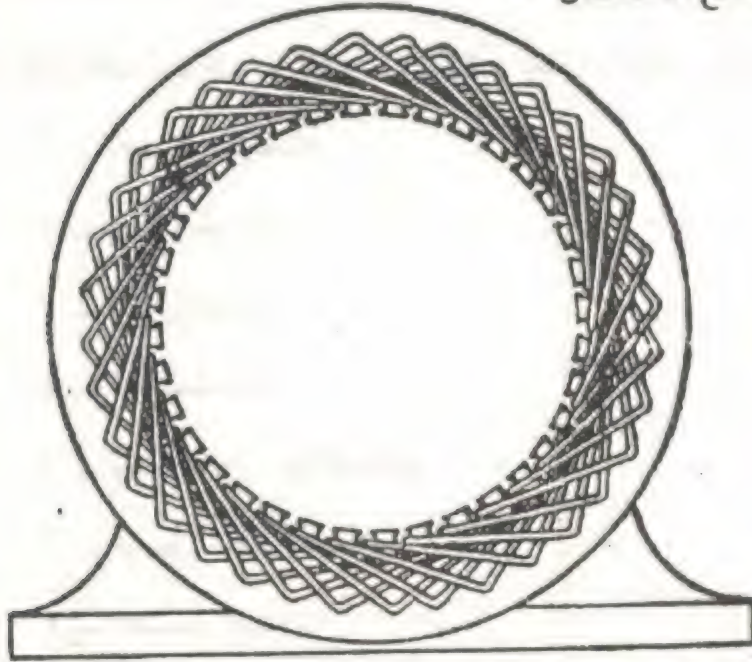
- ١ - أخذ المعلومات .
- ٢ - حل الملفات .
- ٣ - عزل المجارى .
- ٤ - لف الملفات .
- ٥ - وضع الملفات فى المجارى .
- ٦ - توصيل الملفات .
- ٧ - اختبار الملفات .
- ٨ - الدهان بالورنيش والنحميص .

## أولا : أخذ المعلومات

فى هذه المرحلة يتم تدوين كافة المعلومات سواء الموجودة على لوحة بيانات المحرك أو من على الطبيعة أثناء عملية فك المحرك والتي تتلخص فيما يلى :

- عدد المجارى
- عدد الملفات
- نوع التوصيل
- عدد لفات الملف الواحد
- مقاسات الملفات
- خطوة الملفات
- نوع ومقاس السلك
- نوع العازل

ويجب تسجيل هذه المعلومات بشكل مستوفى حتى يمكن انجاز عملية اللف بالسرعة المطلوبة • والشكل ( ٦٩ ) يوضح شكل العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه شائع الاستعمال •

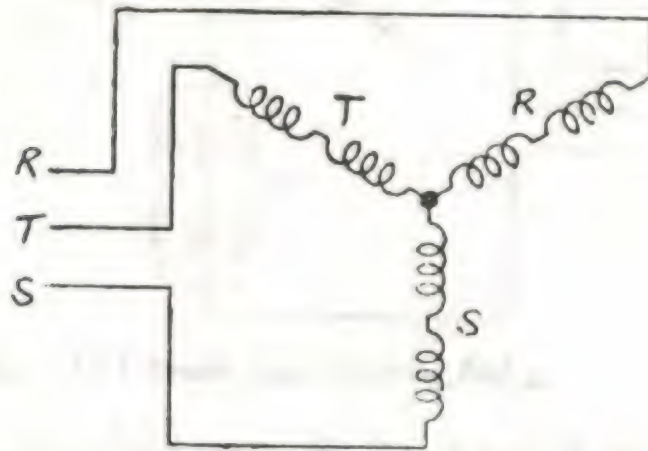


شكل ( ٦٩ ) العضو الثابت لمحرك ثلاثى الوجه وبه جميع الملفات فى المجارى



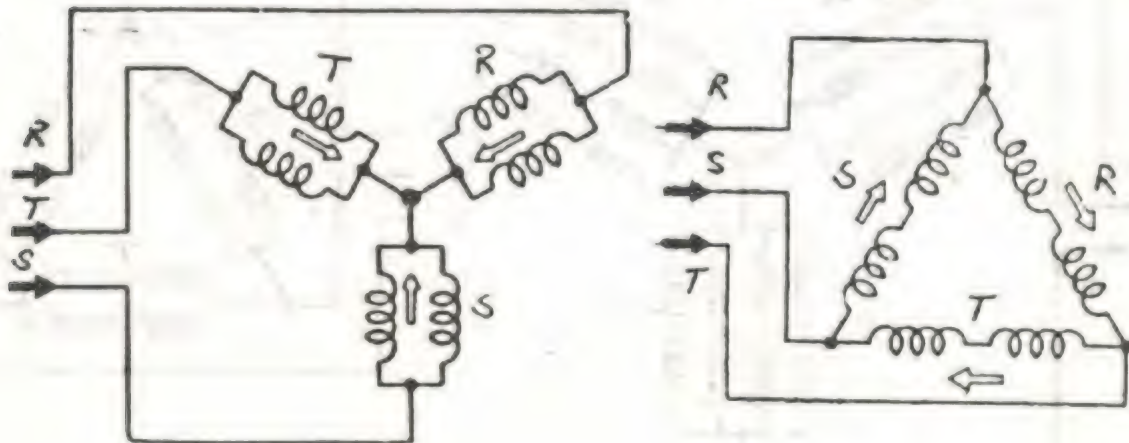
## ثانيا : حل الملفات

فى هذه الخطوة يتم تسجيل نوع توصيل الملفات فى العضو الثابت قبل رفعها منه . وهنا يجب على القائم باللف أن يتصور فى ذهنه الرسم التخطيطى لكل نوع من المحركات حيث يتم عد المجموعات الموصلة الى كل خط فاذا كانت هناك مجموعة واحدة متصلة بالخط فان ذلك يدل على توصيلة نجمة على التوالى والشكل ( ٧٠ ) يوضح ذلك .



شكل ( ٧٠ ) توصيلة نجمة على التوالى

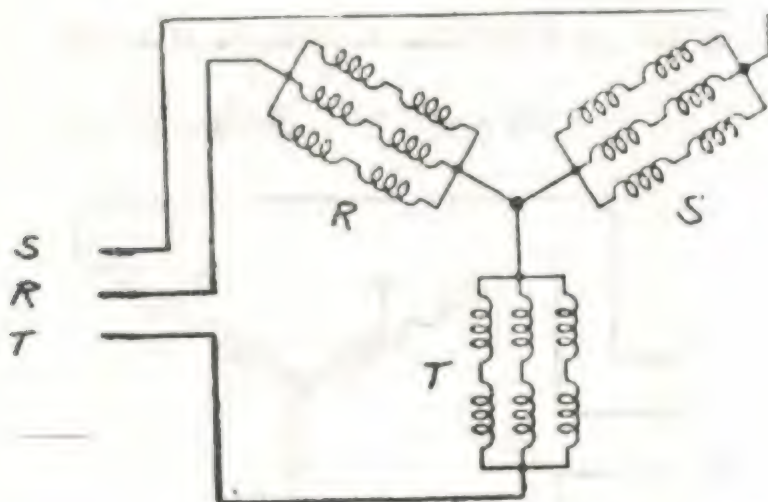
واذا كان كل خط متصل بمجموعتين فان هذا يدل على أن التوصيل اما أن يكون دلتا على التوالى كما هو موضح بالشكل ( ٧١ ) أو نجمة ثنائية على التوازي كما هو موضح بالشكل ( ٧٢ ) .



شكل ( ٧١ ) توصيلة دلتا على التوالى

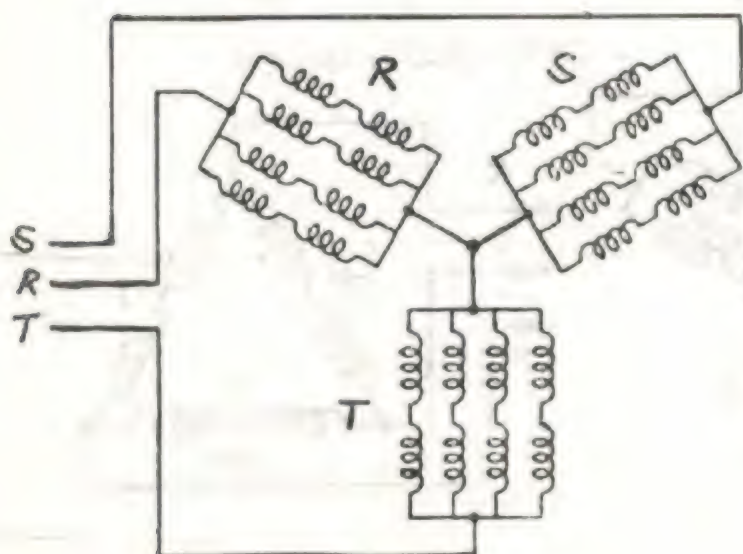
شكل ( ٧٢ ) توصيلة نجمة ثنائية على التوازي

سـر توصيلة النجمة الثنائية على التوازي نبحث عن نقطة النجمة فإذا تعذر الحصول عليها فلا بد أن تكون التوصيلة توصيلة دلنا على التوالي • وفي حالة اتصال الخط بثلاثة مجموعات كما هو موضح بالشكل (٧٣) فسوف تكون التوصيلة بمثابة نجمة ثلاثية على التوازي •

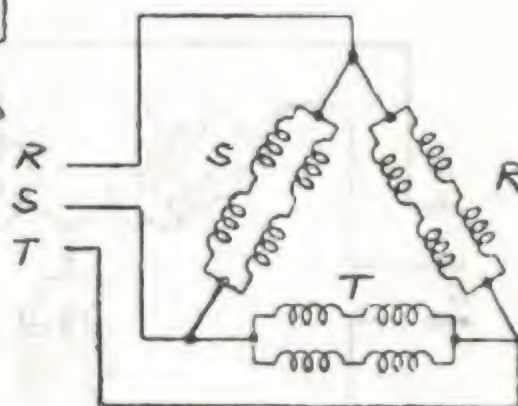


شكل (٧٣) توصيلة نجمة ثلاثية على التوازي

وإذا كان الخط متصل بأربعة مجموعات فقد تكون التوصيلة إما دلنا ثنائية على التوازي كما هو موضح بالشكل (٧٤) أو نجمة رباعية على التوازي كما هو موضح بالشكل (٧٥) والفيصل هنا هو نقطة النجمة فهي التي نحدد أي التوصيلتين •



شكل (٧٥) توصيلة نجمة رباعية على التوازي



شكل (٧٤) توصيلة دلنا ثنائية على التوازي



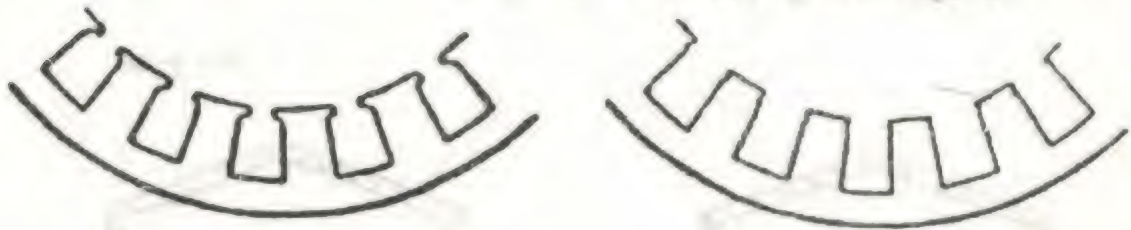
وبذلك يتضح أنه اذا أمكن تصور الرسم التخطيطي في ذهن القائم بعملية إعادة

اللف يصبح من السهل معرفة نوع التوصيل .

وقد تكون مجارى العضو الثابت اما من النوع المفتوح كما هو موضح بالشكل ( ٧٦ )

وفى هذا النوع من المحركات يلزم فقط رفع الخوابير التى تقفل المجرى

واخراج الملفات كل على حدة .



شكل ( ٧٧ ) مجارى نصف مقفلة

شكل ( ٧٦ ) مجارى مفتوحة

أو تكون المجرى من نوع المجرى النصف مقفلة كما هو موضح بالشكل ( ٧٧ )

وهنا يصعب حل الملفات نظرا لصلابة الملفات نتيجة لتحميمها ، الأمر

الذى يتطلب الى قطعها من أحد الجوانب وسحب الأسلاك من الجانب الآخر

وقد يتطلب الأمر أيضا الى تسخين هذه الملفات لتسهيل عملية الفك .

كما يجب الاحتفاظ بأحد الملفات للحصول على مقاسات الملفات الجديدة .

هذا ويجب مراعاة أنه أثناء حل الملفات يجب تسجيل خطوة الملفات ، عدد

لفات كل ملف ، وكذلك نوع ومقاس السلك المستخدم . كما أنه من الضرورى

قياس الحيز الجانبى للملفات قبل رفعها من المجرى بحيث يراعى ذلك عند

إعادة اللف .

### ثالثا : عزل العضو الثابت

عند استبدال العازل فى العضو الثابت يجب مراعاة استخدام نفس النوع

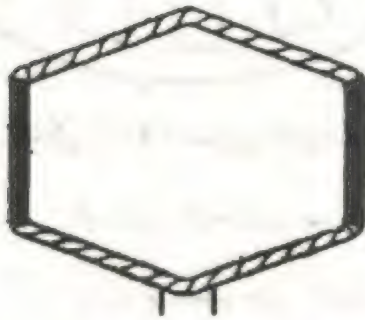
والكمية الموجودة فى المجرى أثناء الفك .

### رابعا : لف الملفات

فى المحركات ذات المجرى المفتوحة تكون الملفات عادة ملفوفة بشريط قطنى

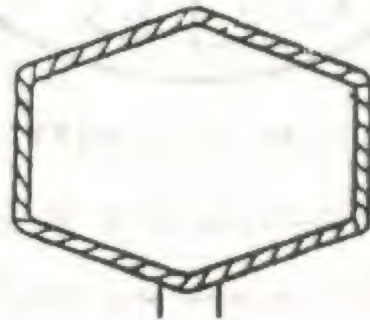
لغا كاملا كما هو موضح بالشكل ( ٧٨ ) .

أما في المحركات ذات المجارى النصف مقفلة لا يمكن لف الملفات بالشريط لفا  
كاملا حيث يتم انزال الملف في المجرى من خلال ادخال لفاته الواحدة تلو  
الآخرى ، أما الجزء الجانبى للملف والذي يمتد على جانبى المجرى فيتم لفه  
بالشريط والشكل ( ٧٩ ) يوضح ذلك . و احيانا لا يتم لف الملفات بالشريط وذلك  
في المحركات ثلاثية الأوجه التى تصل قدرتها الكسر من الحصان والشكل ( ٨٠ )  
يوضح ذلك .



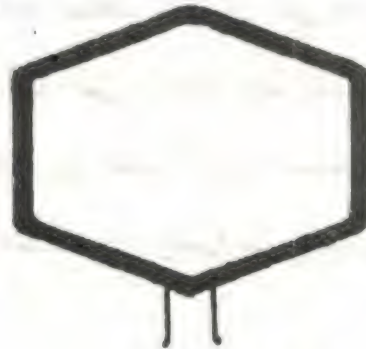
شكل ( ٧٩ )

ملف للمجارى النصف مقفلة



شكل ( ٧٨ )

ملف معزول للمجارى المفتوحة



شكل ( ٨٠ )

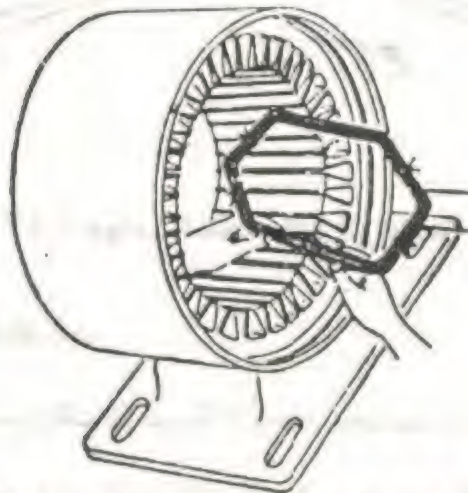
ملف غير مغطى بالشريط للمجارى النصف  
مقفلة في المحركات صغيرة القدرة



ويتم لف الملفات على صيعات تؤخذ أبعادها من الملف القديم .

### خاصا : وضع الملفات في المجارى

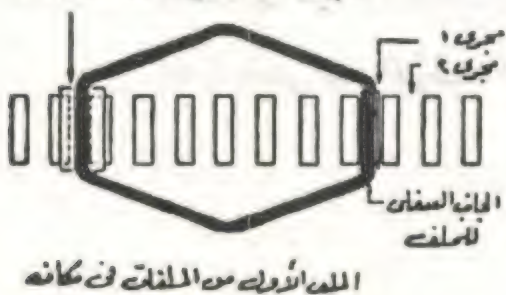
يتم تنزيل الملفات في المجارى النصف مقفلة عن طريق ادخال لفاتها الواحدة تلو الاخرى ، وتغطي جوانب الملفات الطرفية بالشريط القطني في بعض الاحيان بعد وضع الملف في المجرى . والشكل ( ٨١ ) يوضح فرد أحد جانبي الملف حتى يمكن انزاله في المجرى ، وهنا يجب التأكد من أن كل لفعة قد وضعت بداخل العازل وليست بين العازل والقلب الحديدي وذلك منعا من حدوث أى توصيل بالأرض .



شكل ( ٨١ ) انزال الملف في المجرى من خلال فرد أحد جوانبه

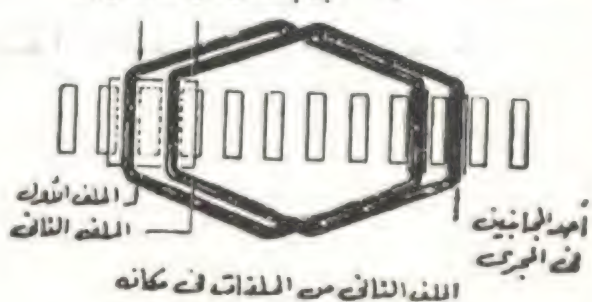
بعد ذلك نضع أحد جانبي الملف الثانى في المجرى الذى يلي الأول كما هو موضح بالشكل ( ٨٢ ) . ويتم وضع الجانب الثانى في المجرى على حسب

مازال موضوع عندئذى المبرور لمنع القلب  
الحديدي منه أن يفسد السلك



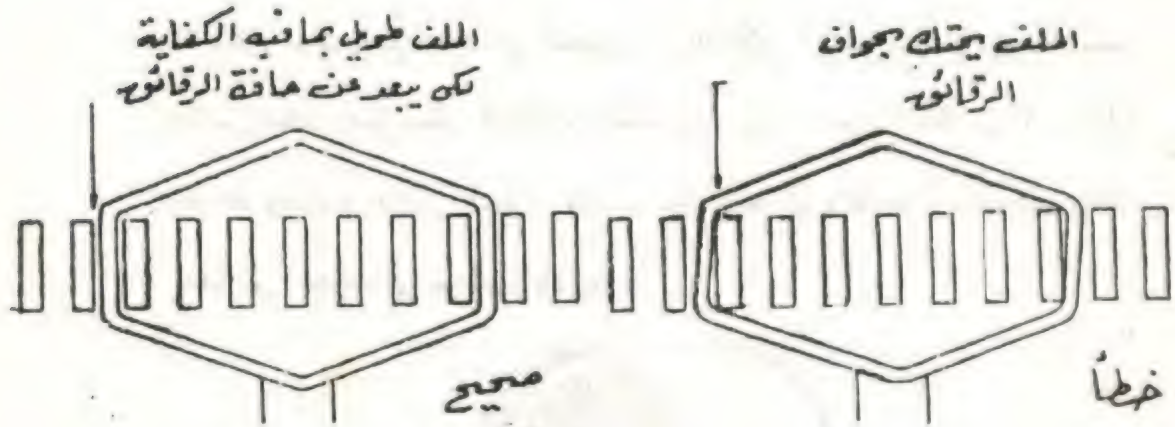
خطوة الملف .

الجانب العلوي ليس في المبرور



شكل ( ٨٢ ) طريقة وضع أحد جانبي كل ملف في مجرى

هذا ويجب التأكد أن كل ملف موضوع وضعاً صحيحاً في المجارى بحيث لا يحتك بشرائح القلب الحديدي وأن يمتد كل ملف الى ما بعد حافة المجرى كما هو موضح بالشكل ( ٨٣ ) .



شكل ( ٨٣ ) جوانب الملف ممتدة الى ما بعد حافة المجرى

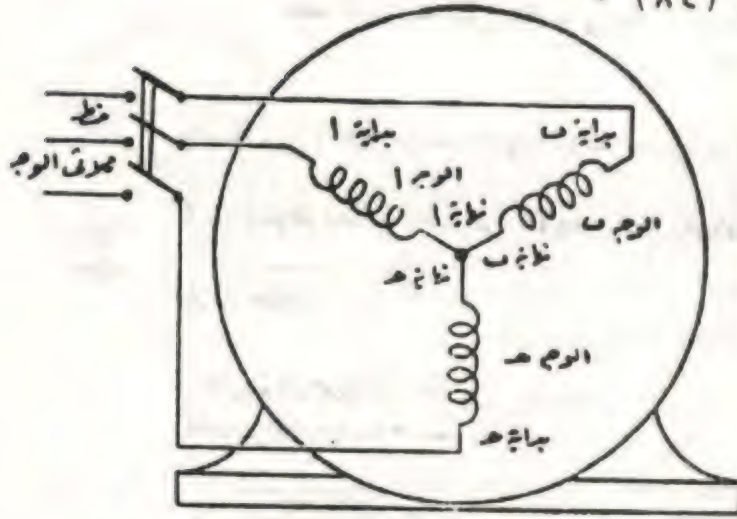
#### سأما : توصيل الملفات

يتم لف المحركات ثلاثية الأوجه بحيث يكون عدد الملفات مساوياً لعدد المجارى كما يتم اللف بطريقة ينتج عنها ثلاث وحدات منفصلة من الملفات يطلق عليها الأوجه بحيث يحتوى كل وجه على عدد متساوى من الملفات .

ولنأخذ مثلاً حالة محرك تيار متغير ثلاثى الوجه ذو ٤ أقطاب ويحتوى على ٣٦ ملف وهنا يكون فى كل وجه ١٢ ملف ولنفرض أننا نسمى هذه الأوجه الوجه أ ، الوجه ب ، الوجه ج .

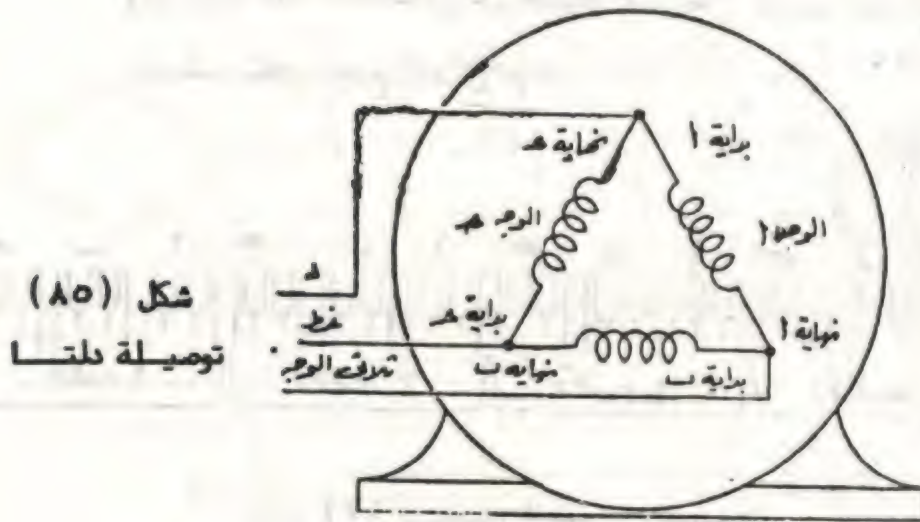


ويتم ترتيب الأوجه في المحركات ثلاثية الأوجه اما بتوصيلة نجمة حيث توصل  
نهايات الأوجه الثلاثة مع بعضها بينما توصل البدايات بالخطوط الخارجية  
الثلاثة كما هو موضح بالشكل (٨٤) .



شكل (٨٤) - توصيلة نجمة

أو بتوصيلة الدلتا حيث توصل نهاية الوجه الأول مع بداية الوجه الثاني، نهاية  
الوجه الثاني مع بداية الوجه الثالث ، نهاية الوجه الثالث مع بداية الوجه  
الأول وعند كل بداية مع نهاية يخرج طرف متصل بالخط الخارجى بشبكة  
التيار المتغير ثلاثى الأوجه والشكل (٨٥) يوضح ذلك .



شكل (٨٥)  
توصيلة دلتا

ويوجد دائما في جميع المحركات ثلاثية الأوجه ثلاث مجموعات من الملفات  
المتجاورة في كل قطب . حيث يشتمل كل قطب على مجموعة واحدة من كل  
وجه أى مجموعة من الوجه أ ، ومجموعة من الوجه ب ، وأخرى من الوجه ج

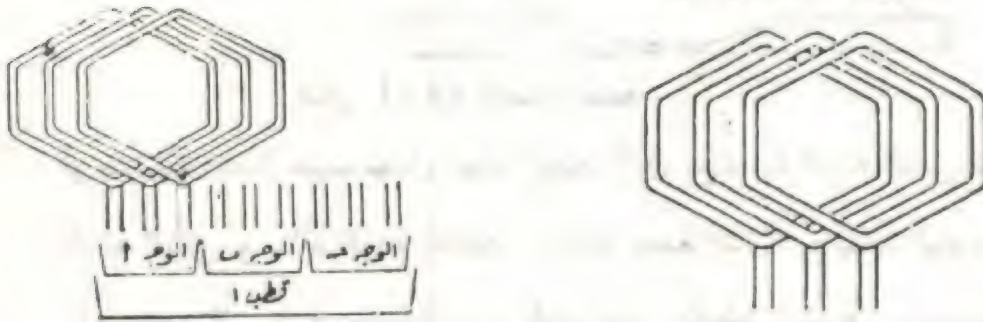
• ويتم توصيل ملفات المجموعة الواحدة دائما على التوالي .

وفي حالة المحرك تحت الدراسة ( ٣٦ ملف ، ٤ أقطاب ) فان :

$$\text{عدد الملفات لكل قطب ووجه} = \frac{36}{3 \times 4} = \frac{36}{12} = 3$$

والشكل ( ٨٦ ) يوضح وجود ثلاثة مجموعات في القطب الواحد بحيث تكون كل مجموعة بمثابة وجه من الأوجه الثلاثة كما تحتوى المجموعة الواحدة على ثلاثة ملفات .

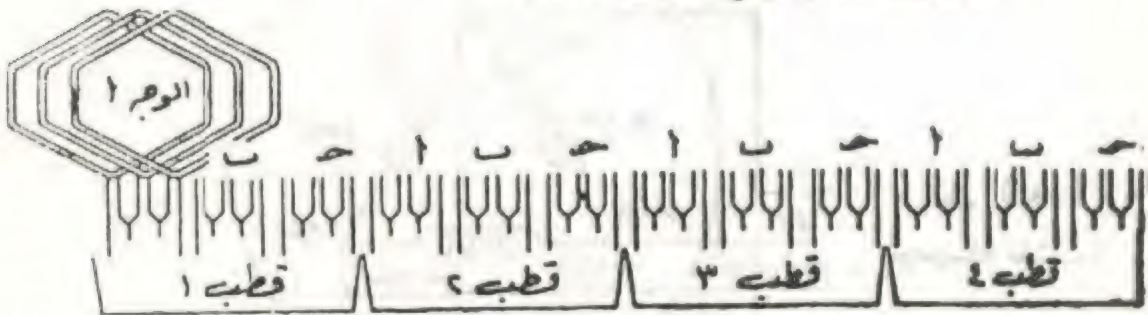
مجموعة في محرك ذو أربعة  
أقطاب يتكون من ٣٦ ملف



شكل ( ٨٦ ) تمثيل الأوجه الثلاثة في القطب الواحد

ومتى عرفنا عدد الملفات في كل مجموعة فانه يمكن توصيل هذه الملفات في

مجموعات كما هو موضح بالشكل ( ٨٧ ) .

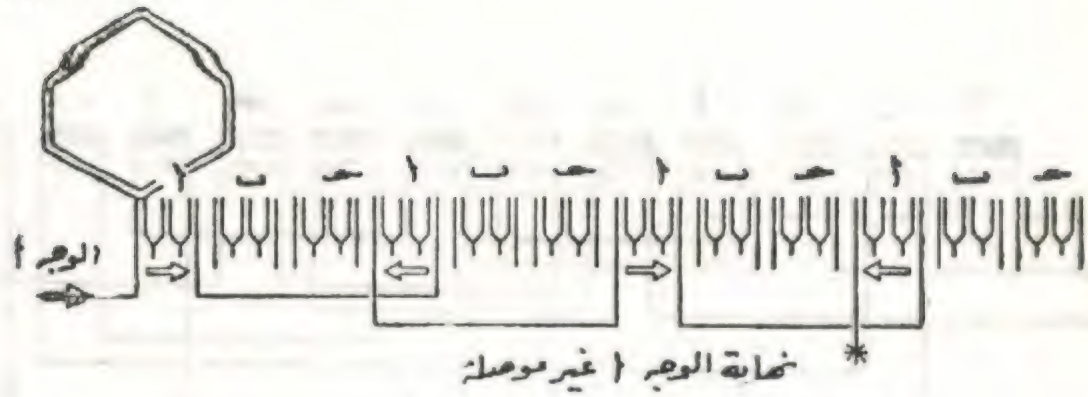


شكل ( ٨٧ ) توصيل الملفات في مجموعات

ويتم توصيل ملفات الوجه الواحد وفقا للشكل ( ٨٨ ) حيث يتم توصيل

ملفات الوجه ١ مع مراعاة اتجاهات التيار أسفل كل قطب .

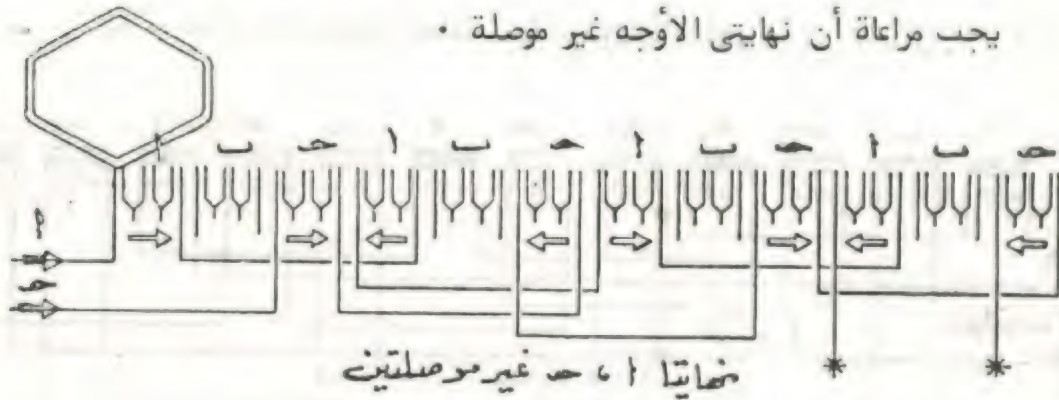




شكل (٨٨) توصيل ملفات الوجه أ

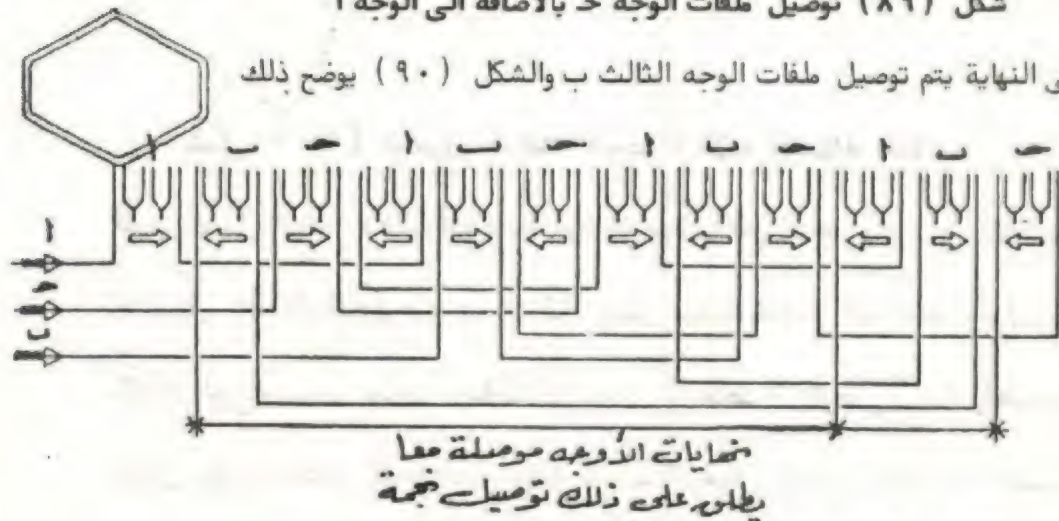
وبنفس الطريقة يتم توصيل ملفات الوجه د كما هو موضح بالشكل (٨٩) وهنا

يجب مراعاة أن نهايتي الأوجه غير موصلة .



شكل (٨٩) توصيل ملفات الوجه د بالإضافة الى الوجه أ

وفي النهاية يتم توصيل ملفات الوجه الثالث ب والشكل (٩٠) يوضح ذلك

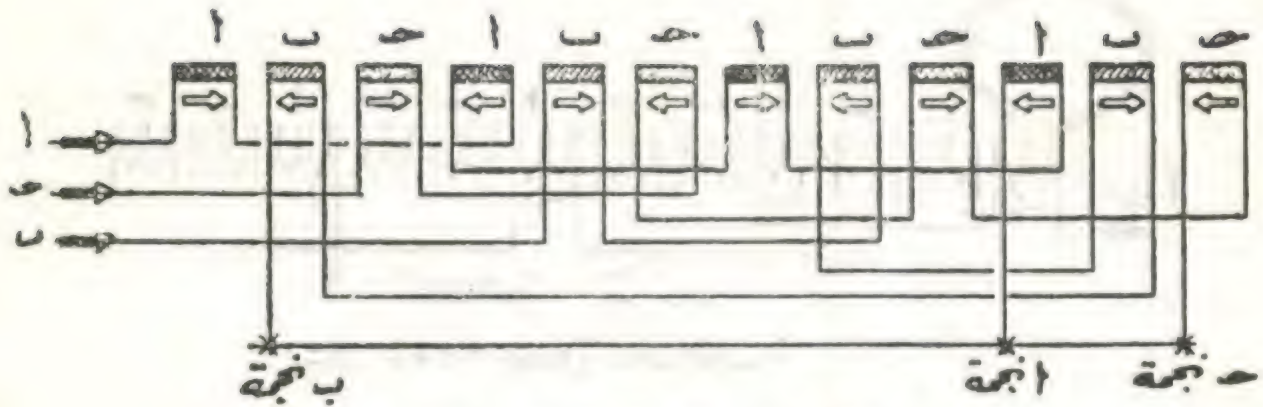


شكل (٩٠) توصيل ملفات الأوجه الثلاثة توصيلة نجمة

وهنا نلاحظ أن نهايات الأوجه الثلاثة متصلة مع بعضها ، حيث تسمى هذه

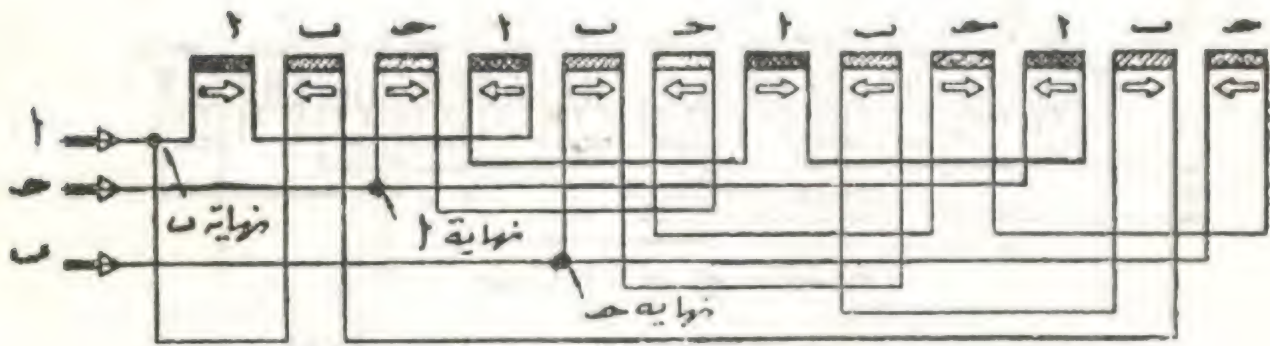
التوصيلة توصيلة نجمة . ويمكن تمثيل الشكل السابق بالرسم الموضح

بالشكل (٩١) حيث يمثل كل مستطيل مجموعة الملفات في الوجه الواحد .



شكل (٩١) رسم يعاثل الشكل السابق

كما توجد أيضا توصيلة الدلتا للملفات وذلك كما هو موضح بالشكل (٩٢) .



شكل (٩٢) توصيل ملفات الأوجه الثلاثة توصيلة دلتا

حيث توصل نهاية ملفات الوجه أ ببداية ملفات الوجه ح وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى ح . كما توصل نهاية ملفات الوجه ح ببداية ملفات الوجه ب ، وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى ب . وأخيرا توصل نهاية ملفات الوجه ب ببداية ملفات الوجه أ وتوصل نقطة الاتصال بالخط الخارجى أ .

وبعد الانتهاء من لف العضو الثابت يتم اجراء بعض الاختبارات عليه للتأكد من خلوه من العيوب . ومتى تأكد سلامة اللف يتم دهانه بالورنيش ووضعه فى أفران تحميص خاصة .



## ٤ - ٢ إعادة لف محركات التيار المتغير أحادى الوجه

يتم إعادة لف معظم محركات التيار المتغير أحادية الوجه وفقا للمراحل

التالية :

١ - أخذ المعلومات

٢ - حل الملفات

٣ - عزل المجارى

٤ - إعادة اللف

٥ - توصيل الملفات

٦ - اجراء الاختبارات

٧ - التحميم والدهان بالورنيش

أولا : أخذ المعلومات

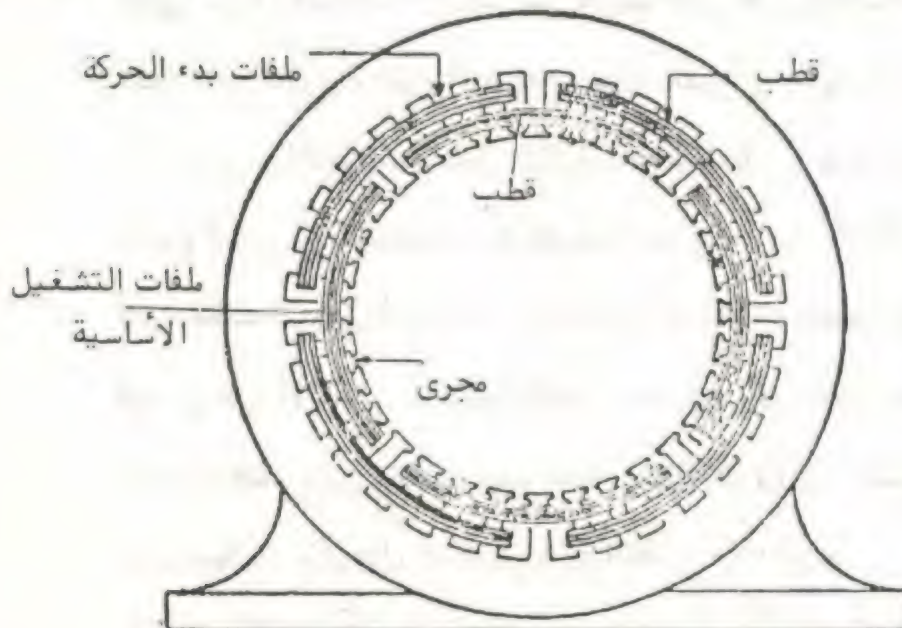
تعتبر هذه المرحلة من أهم مراحل إعادة اللف ، حيث يتم تدوين بعض المعلومات الخاصة بالملفات القديمة حتى يمكن لف الملفات الجديدة بنفس النمط ، وذلك حتى نتلاشى وجود أى صعوبة عند إعادة اللف . وهناك نوعين من المعلومات . الأولى يتم تدوينها قبل حل الملفات القديمة والتي تشمل بلد الصنع ، قدرة المحرك ، سرعة الدوران ، جهد التشغيل ، التيار المسحوب من المنبع ، معامل القدرة ، تردد التيار ، طراز المحرك . . الخ والنوع الثانى من المعلومات يتم تدوينه أثناء عملية حل الملفات القديمة سواء كانت ملفات تشغيل أساسية أو ملفات بدء الحركة . وتشمل هذه المعلومات كل من عدد الأقطاب ، خطوة اللف ، عدد لفات كل ملف ، مساحة مقطع سلك الملفات ، نوع توصيل هذه الملفات توالى أو توازى ، وضع الملفات مع بعضها ، نوع عازل المجارى ونوع اللف . . . . الخ .

ولتوضيح ذلك ، لنفرض أنه لدينا محرك تيار متغير أحادى الوجه ذو أربعة أقطاب ، عضوه الثابت يحتوى على ٣٢ مجرى . من نوع الوجه المشطور .

ومحرك الوجه المشطور هو أحد أنواع محركات التيار المتغير أحادي الوجه

ذو القدرة كسرية الحصان ويستعمل فى تشغيل بعض الأجهزة الكهربائية مثل الغسالات . ويحتوى العضو الثابت لهذا النوع من المحركات على نوعين من الملفات ، الأولى تسمى ملفات التشغيل الأساسية وتكون من سلك نحاسى سميك معزول وتوضع عادة فى قاع مجارى العضو الثابت ، والثانية تسمى ملفات بدء الحركة والتى تكون من سلك نحاسى رفيع معزول ، وتوضع فوق ملفات التشغيل الأساسية . وتتصل ملفات التشغيل مع ملفات بدء الحركة على التوازي مع المنبع عند بدء الحركة وعندما تصل سرعة المحرك الى مايقرب من ٧٥٪ من سرعته الكاملة يفصل مفتاح الطرد المركزى الموجود بداخل المحرك ملفات البدء وبذلك تبقى ملفات التشغيل الأساسية وحدها فى الدائرة ، وتكون هى المسئولة عن استمرار تشغيل المحرك .

وذلك تماما كما هو الحال فى المحركات أحادية الوجه ذات المكثف . أما بالنسبة للعضو الدوار فيكون من نوع القفص السنجابى . والشكل ( ٩٣ ) يوضح ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة لمحرك ذو وجه مشطور .

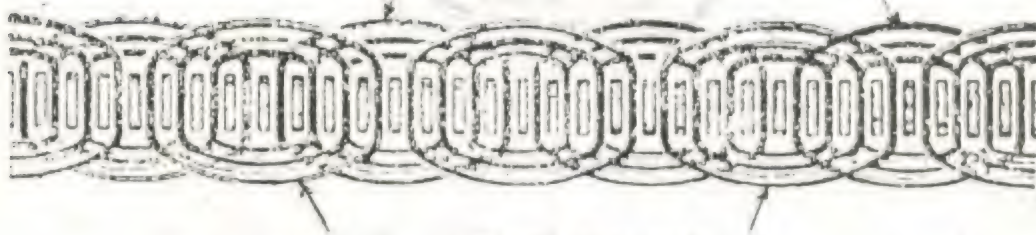


شكل ( ٩٣ ) ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة  
لمحرك ذو وجه مشطور



ولمعرفة عدد أقطاب المحرك نعد ملفات التشغيل الأساسية ، وفي هذه الحالة يوجد أربعة ملفات تشغيل أساسية وبالتالي تكون أعداد أقطاب المحرك أربعة • والشكل ( ٩٤ ) يوضح وضع ملفات التشغيل الأساسية بالنسبة لملفات بدء الحركة ، ويتضح من الشكل أن ملفات بدء الحركة تمتد

فوق ملفين من ملفات التشغيل الأساسية •  
ملفات تشغيل أساسية



ملفات بدء حركة

شكل ( ٩٤ ) وضع ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة

لمحرك ذو وجه مشطور

ويحدث ذلك في محركات الوجه المشطور مهما كان عدد الأقطاب أو عدد مجارى العضو الثابت • وتعتبر عملية ملاحظة وضع ملفات التشغيل الأساسية بالنسبة لملفات بدء الحركة عملية هامة جدا ، اذا لم يتم مراعاتها قد لا يدور المحرك بانتظام • وتكون دائما الزاوية بين ملفات البدء وملفات التشغيل الأساسية ٩٠ درجة كهربية بصرف النظر عن عدد الأقطاب ، وذلك نظرا لأن التيار المار في ملفات التشغيل • يتأخر عن التيار المار في ملفات البدء بمقدار ٩٠ درجة • كما يجب تسجيل وضع ملفات البدء •

وبفحص أحد أقطاب ملفات البدء أو ملفات التشغيل كما هو موضح بالشكل ( ٩٥ ) يتضح أن كل قطب يتكون من ثلاثة ملفات مسنقلة بالخطوات

( ٤ ، ١ ) ، ( ٦ ، ١ ) ، ( ٨ ، ١ ) باعتبار أن :

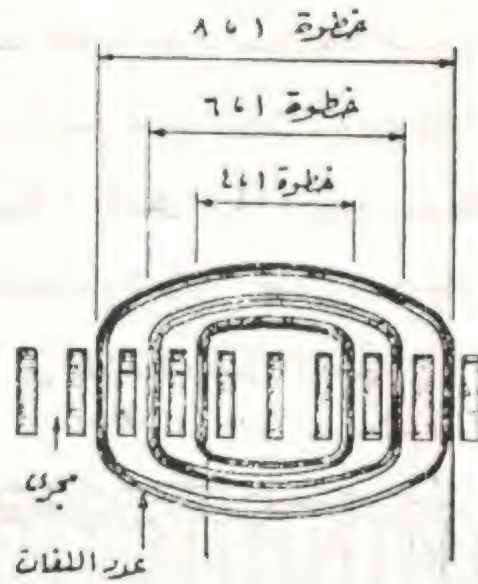
٣٢

عدد المجارى

$$\text{خطوة اللف} = \frac{\text{عدد الأقطاب}}{4} = \frac{32}{4} = 8$$

وبالتالى تعتبر أكبر خطوة لف هي ( ٨ ، ١ ) ويليهما الخطوة ( ٦ ، ١ ) وأخيرا

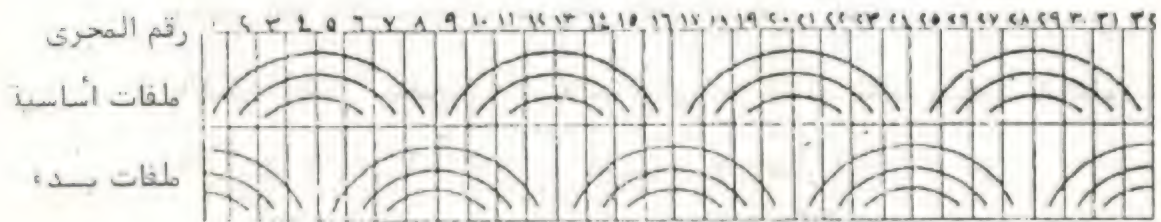
أصغر خطوة لف هي الخطوة ( ٤ ، ١ ) • •



شكل (٩٥) خطوات الملف لملفات القطب الواحد

ونظرا لامتداد كل ملف على الجانبين لمسافة محددة بعد خروجه من المجرى ، فانه يجب قياس هذه المسافة وتسجيلها ، حيث تسمى هذه المسافة "الحيز الجانبي" واذا ما زادت هذه المسافة فسوف يؤدي ذلك الى حدوث تلاصق مع الغطاء الجانبي للمحرك ، الأمر الذي يؤدي الى حدوث توصيل بالأرضي .

ويقوم معظم الفنيين الذين يقومون بإعادة لف المحركات باتباع طريقة معينة لتسجيل خطوات الملفات من خلال رسم أقواس تصل ما بين المجاري المتناظرة ، حيث يمثل كل قوس من هذه الأقواس ملفا من ملفات القطب المغناطيسي ، والشكل (٩٦) يوضح ذلك .

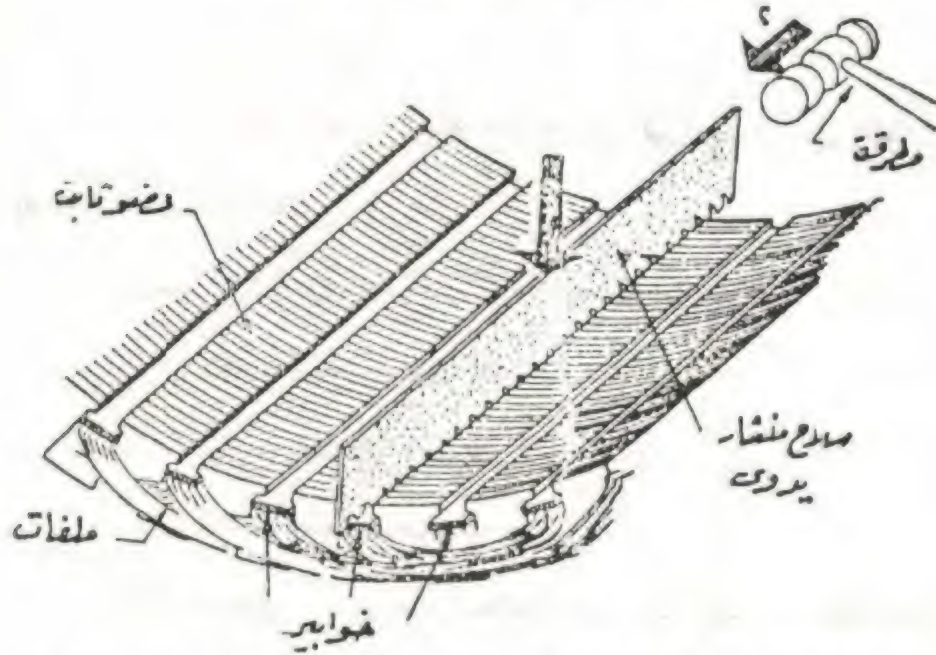


شكل (٩٦) طريقة تسجيل خطوة الملفات لمحرك ٤ أقطاب - ٣٢ مجرى



## ثانيا: حل الملفات

في حالة ما إذا كان يلزم حل جميع ملفات العضو الثابت ، فإن الطريقة المتبعة في معظم الورش هي حرق العضو الثابت في فرن خاص بذلك وإذا كان الأمر يستدعي تغيير ملفات البدء فقط ، فإنه من الممكن رفعها بسهولة وذلك من خلال قطع الأسلاك على أحد جانبي العضو الثابت وسحبها من المجارى من الناحية الأخرى وأحيانا يتم رفع الأسلاك من المجارى من خلال رفع الخوابير التي تحفظها في مكانها . ويستعمل سلاح منشار يدوي لرفع الخوابير حيث يدق سلاح المنشار بالمطرقة وفقا للسهم ( ١ ) ثم يدق بعد ذلك وفقا للسهم ( ٢ ) والشكل ( ٩٧ ) يوضح ذلك .

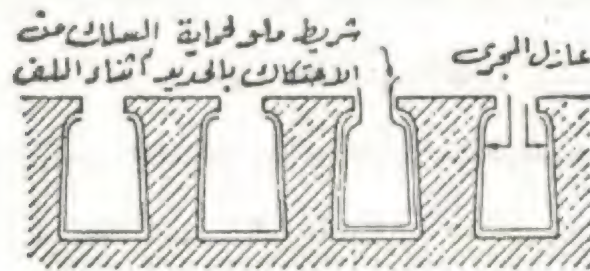


شكل ( ٩٧ ) طريقة رفع الأسلاك من المجارى باستخدام سلاح منشار

هذا ويجب أثناء حل الملفات عد اللفات في ملفات قطب واحد أو قطبين من ملفات التشغيل الأساسية وملفات بدء الحركة وتسجيلها . كما يمكن قياس مقطع السلك في ملفات التشغيل وملفات البدء بحسب الاحوال وتدوينه كما يمكن تحديد نوع العازل . كما يجب بعد رفع الملفات من المجارى تنظيف المجارى جيدا من بقايا العازل .

## ثالثا : عزل المجارى

قبل انزال الملفات الجديدة فى المجارى يجب وضع عازل حتى لا تتلامس  
الأسلاك مع القلب الحديدى للعضو الثابت ، مع مراعاة استخدام نفس نوع  
العازل المستخدم مع الملفات القديمة والشكل ( ٩٨ ) يوضح طريقة وضع  
العازل فى المجرى قبل اللف .



شكل ( ٩٨ ) طريقة وضع العازل فى المجرى قبل اللف

## رابعاً : إعادة اللف

توجد ثلاث طرق لللف مثل هذه المحركات وهى :

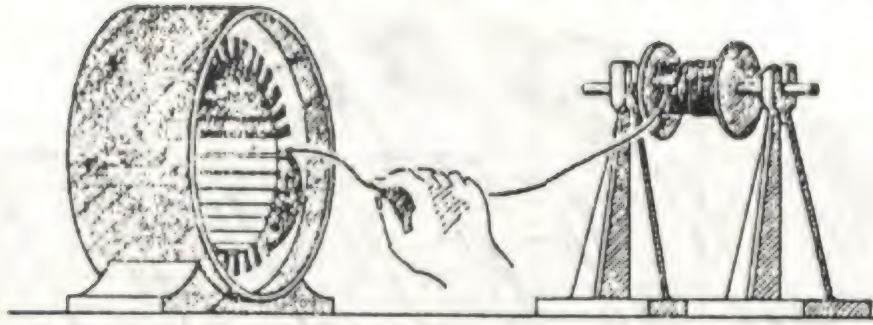
- ١ - اللف اليدوى .
- ٢ - اللف على ضبعة .
- ٣ - اللف بالحزمة .

**اللف اليدوى :** يتم وضع أسلاك النحاس وفقا لقطر السلك المطلوب على  
بكرة ، حيث يتم ادخال الأسلاك فى المجارى لفة بعد لفة متدئين  
بالملف الداخلى ثم تستكمل عملية اللف حتى تنتهى ملفات القطب الواحد ،  
ولتوضيح ذلك لنفترض أنه مطلوب إعادة لف محرك أحادى الوجه ٣٢ مجرى .  
تتم خطوات اللف على النحو التالى :

أ - يتم اعداد العضو الثابت والى جانبه بكرة السلك كما هو موضح  
بالشكل ( ٩٩ ) وتدخل نهاية السلك فى قاع المجرى ثم يلف الملف



الداخلى بخطوة (٤، ١) بعدد اللغات المطلوبة •



شكل (٩٩) وضع المحرك مع بكرة السلك أثناء عملية اللف اليدوى

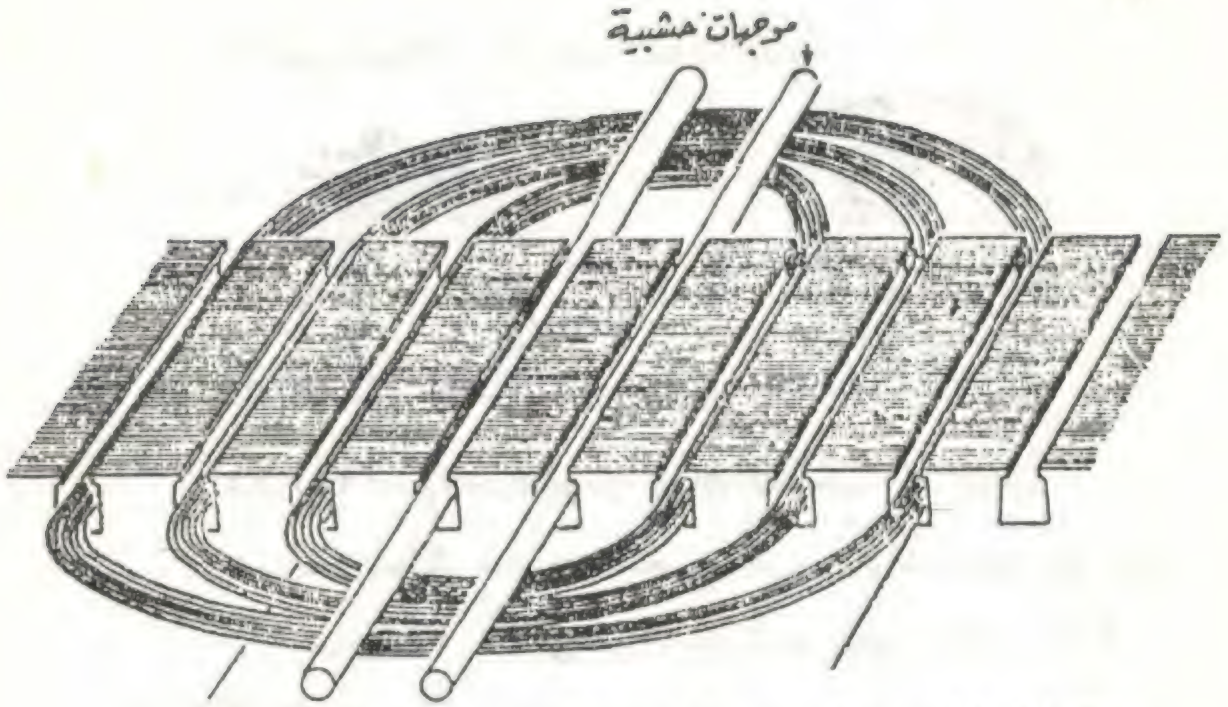
ب - بعد استكمال عدد لغات الملف الداخلى ، يتم لف الملف الذى يليه

بخطوة (٦، ١) فى نفس الاتجاه كما هو موضح بالشكل (١٠٠) •



شكل (١٠٠) طريقة لف قطب واحد فى العضو الثابت يدويا

ويستمر اللف بهذه الطريقة حتى يتم ادخال جميع ملفات القطب فى مجاريها ، مع مراعاة عدم قطع السلك قبل الانتهاء من لف القطب ويفضل وضع خوابير خشبية فى المجارى عند محور القطب قبل بدء عملية اللف كما هو موضح بالشكل (١٠١) ثم يلف السلك أسفل نهايات هذه خوابير • وهذه الطريقة تمنع خروج الملفات من المجارى أثناء عملية اللف •



شكل (١٠١) وضع خوابير خشبية لحفظ الملفات في وضعها أثناء اللف

ح - بعد الانتهاء من لف القطب توضع خوابير من الفبر في المجارى فوق السلك حتى لا تخرج الملفات من المجارى ، بعد ذلك ترفع خوابير

الخشبية .

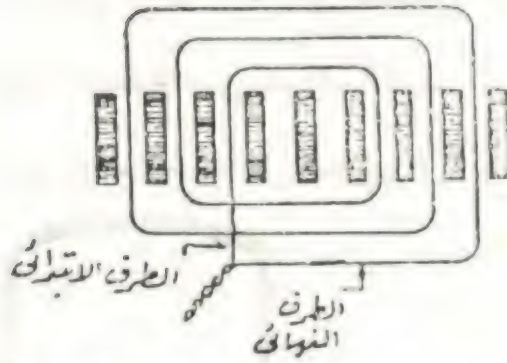
د - يتم لف الأقطاب الأخرى بنفس الطريقة التي تم بها لف أول قطب .  
**اللف على ضبعة :** في هذه الطريقة يتم لف كل ملف على اطار من الخشب أو المعدن بنفس الشكل والمقاس الموجود بالمحرك ، ثم يرفع من فوقه ويوضع في المجارى .

**اللف بالحزمة :** تستعمل هذه الطريقة في اعادة لف ملفات بدء الحركة .  
 وتتميز هذه الطريقة بإمكانية وضع عدد كبير من الأسلاك في المجرى دفعة واحدة . وتتم هذه الطريقة على النحو التالي :

أ - يؤخذ مقاس ملف الحزمة عادة من الملفات القديمة أثناء حل هذه الملفات ويسهل معرفة ملف الحزمة عند رؤيته اذ يمكن معه رفع القطب بأكمله كملف واحد . واذا لم نتمكن من الحصول على مقاس ملف الحزمة فيمكن ايجاده من خلال لف قطعة واحدة في المجارى كما هو موضح بالشكل (١٠٢) .



قلب واحد



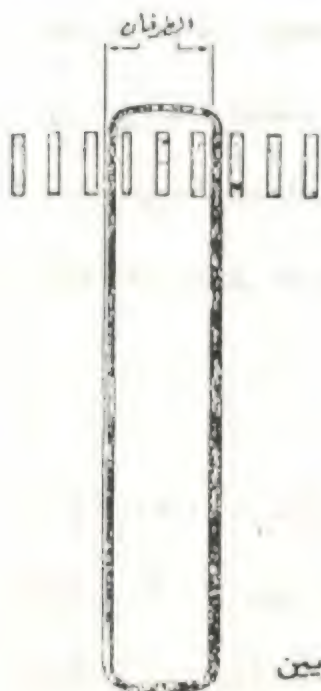
## شكل (١٠٢) طريقة تحديد مقاسات الحزمة

ويجب مراعاة ترك مسافات كافية حتى لاتصبح الملفات مزدحمة عند وضعها . ثم يتم جدل أطراف السلك معا ويرفع السلك من المجارى .  
ب - يشكل السلك على هيئة مستطيل ثم تدق أربعة مسامير على لوحة خشبية .

ج - يلف السلك حول المسامير بعدد الملفات المطلوبة في ملف الحزمة مع الاحتفاظ بطرفي السلك طليقين . وقبل رفع الملف من الاطوار الحشوي يجب ربطه عند عدة نقط حتى لاينحل .

د - بعد ذلك يرفع الملف من حول المسامير ويوضع في المجريين على أصغر

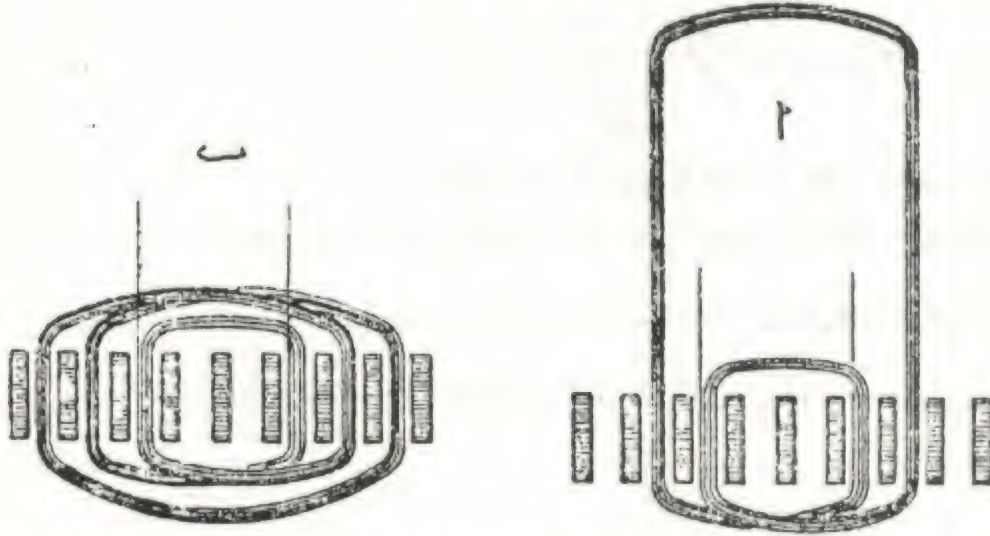
خطوة كما هو موضح بالشكل (١٠٣)



## شكل (١٠٣)

وضع الحزمة على أصغر خطوة في المجريين

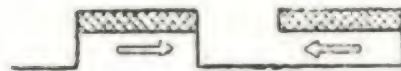
ثم يلوى الملف ويوضع فى المجريين التاليين على خطوة أكبر، وتستمر هذه العملية حتى يتم لف القطب • والشكل ( ١٠٤ ) يوضح كيفية لوى ووضع الحزمة فى المجارى •



شكل ( ١٠٤ ) كيفية لوى الحزمة ووضعها فى المجارى بالخطوة التالية

خاصا : توصيل الملفات

بعد الانتهاء من لف جميع أقطاب المحرك ، علينا أن نوصل الملفات مع بعضها مع مراعاة أن يكون كل قطبين متجاورين مختلفي القطبية مهما كان عدد الأقطاب • ويحدث ذلك اذا كان توصيل الملفات بطريقة تجعل التيار يمر فى ملفات القطب الأول فى اتجاه عقربى الساعة ، وفى ملفات القطب الثانى فى عكس اتجاه عقربى الساعة وهكذا • واذا مثلنا الأقطاب بمستطيلات فإنه يمكن تمثيل ماسبق كما هو موضح بالشكل ( ١٠٥ ) •

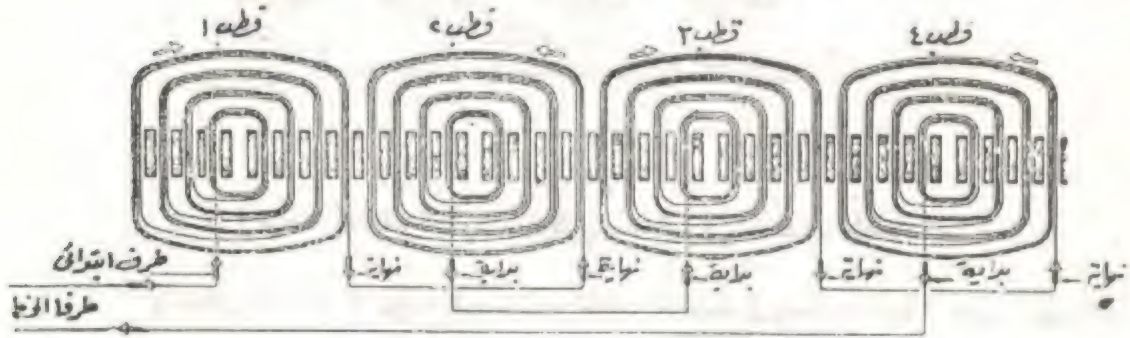


شكل ( ١٠٥ ) تمثيل الأقطاب بمستطيلات

والشكل ( ١٠٦ ) يوضح توصيل أربعة أقطاب من ملفات التشغيل على التوالى والشكل يوضح أشكال الملفات بالفصيل فى محرك ذو ٣٦ مجرى وأربعة أقطاب

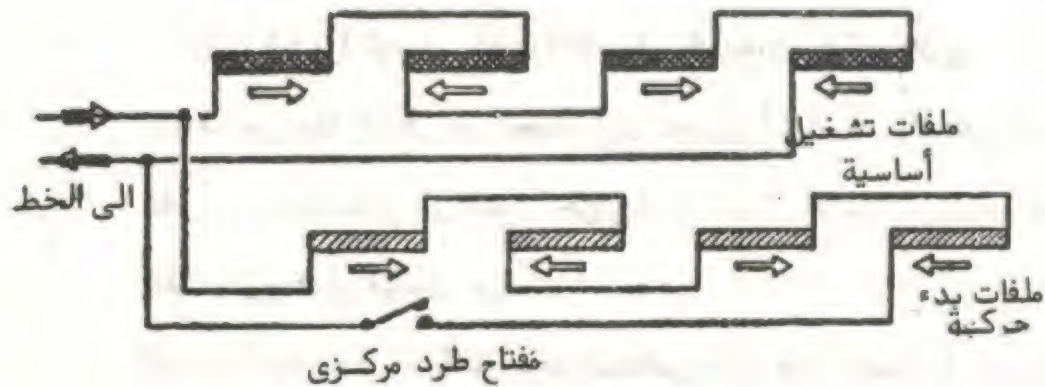


ونلاحظ هنا أن كل الأقطاب ملفوفة بنفس الطريقة ولكنها متصلة فيما بينها  
 بشكل يجعل الأقطاب المتجاورة تختلف في قطبيتها •

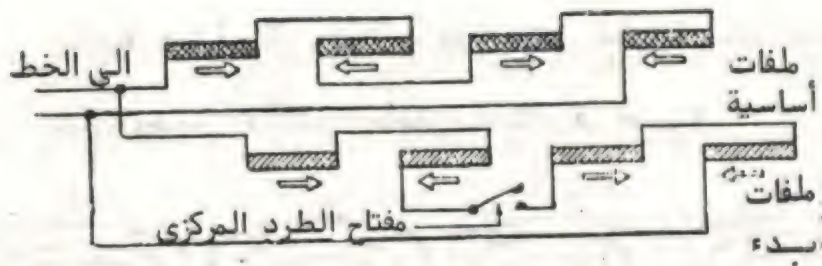


### شكل (١٠٦) توصيل أربعة أقطاب من ملفات التشغيل

وتوصل أيضا ملفات بدء الحركة على التوالي بحيث تختلف القطبية في  
 الأقطاب المتتالية ، ولاتختلف طريقة توصيل الأقطاب بعضها ببعض عن  
 نفس الطريقة المتبعة في توصيل ملفات التشغيل الأساسية • والفرق الوحيد  
 هو توصيل مفتاح الطرد المركزي ، حيث يكون اما على التوالي مع الطرف  
 الخارج من القطب رقم ٤ أو بين القطبين رقم ٢ ، ٣ والأشكال (١٠٧ ، ١٠٨)  
 توضح التوصيلات الصحيحة لملفات التشغيل وملفات البدء • ففي الشكل (١٠٧)  
 يوصل مفتاح الطرد المركزي عند نهاية ملفات البدء • بينما يوصل في  
 الشكل (١٠٨) في منتصف الملفات •



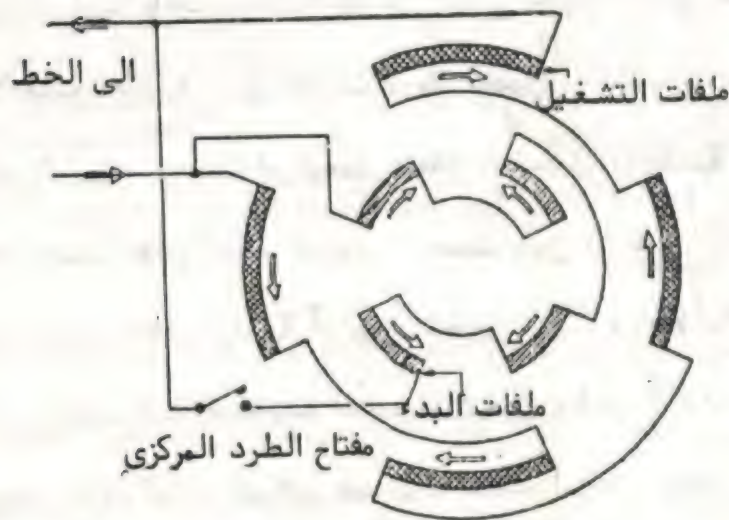
### شكل (١٠٧) مفتاح الطرد المركزي متصل عند نهاية ملفات البدء



شكل (١٠٨) مفتاح الطرد المركزي متصل في منتصف ملفات البدء

والشكل (١٠٩) يوضح توصيلات ملفات التشغيل وملفات البدء بصورة مبسطة

على شكل دائري لمحرك ذو وجه مشطور ذو أربعة أقطاب .



شكل (١٠٩) توصيل ملفات التشغيل والبدء على شكل دائري

والهدف من هذا الشكل هو توضيح كيفية توصيل أطراف الملفات الى منبع

القدرة ، حيث يظهر في الشكل خروج طرفي توصيل مباشرة من ملفات الحركة

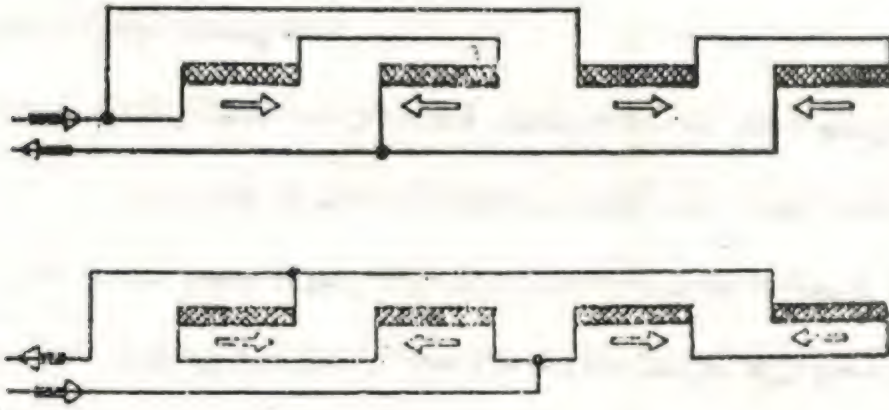
كذلك يخرج طرفي توصيل من ملفات البدء .

كما يوجد أيضا بعض محركات الوجه المشطور يكون فيها توصيل كل من ملفات

التشغيل وملفات البدء على التوازي ، وفي هذا النوع توجد دائرتي توصيل

لكل نوع من الملفات والشكل (١١٠) يوضح هذه التوصيلات .





شكل (١١٠) طرق توصيل ملفات التشغيل في دائرتين على التوازي

#### سادسا : اختبار الملفات

بعد الانتهاء من عملية اللف وعمل التوصيلات يجب اختبار الملفات والوصلات بدقة للتأكد من عدم وجود دوائر قصر أو دوائر مفتوحة أو توصيلات غير صحيحة . ويجب أن يكون ذلك قبل الدهان بالورنيش أو التحميص ، حتى يمكن اصلاح أى خطأ .

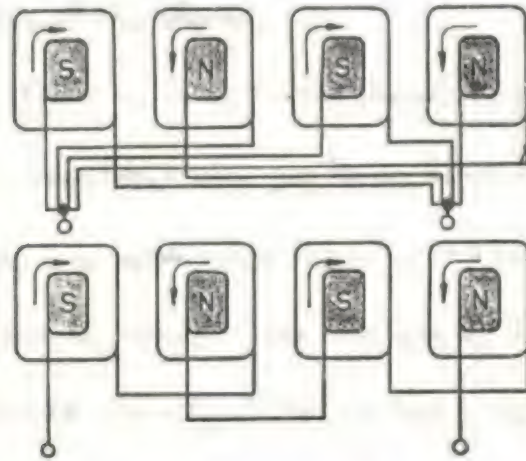
#### سابعا : التحميص والدهان بالورنيش

بعد الانتهاء من اختبار الملفات والوصلات وتوصيل الوصلات التي سوف توصل بمنبع القدرة يجب وضع العضو الثابت الذي تم اعادة لفه في فرن تحميص تصل درجة حرارته مايقرب من ٢٥٠ درجة فهرنهايت لمدة تصل الى ٣ ساعات حتى يتحمى . بعد ذلك يرفع من الفرن ويدهن بورنيش أسود ويترك لمدة ساعة حتى يتساقط منه الورنيش الزائد ويوضع مرة أخرى في الفرن لبضعة ساعات وبعد خروجه من الفرن يجب كشط السطح الداخلى للعضو الثابت وذلك لازالة الورنيش المترسب عليه حتى نضمن وجود الفراغ الكافي لدوران العضو الدوار .

## ٤ - ٣ إعادة لف محركات التيار المستمر

## ٤ - ٣ - ١ لفات العضو الثابت

تتكون لفات المجال الخاصة بالعضو الثابت من ملفات يوضع فوقها ورنيش بعد الانتهاء من عملية اللف بهدف جعل جميع الملفات بمثابة كتلة واحدة فلا يمكن لأي طرف سلك أن يجد مجالا للحركة كما أنه يزيد من قيمة العزل • بعد ذلك يتم لفها بشريط عازل ووضعها على الأقطاب في المجارى الخاصة بها • ويتكون ملف المجال من عدة لفات ويكون عدد ملفات المجال مساويا لعدد الأقطاب • ففي حالة محركات التوازي ، ومحركات التوالي ذات الأربعة أقطاب يحتاج المرء الى أربعة ملفات للمجال • أما بالنسبة للمحركات المركبة فيحمل كل قطب ملفين يمكن لفهم مع بعضهم بشريط عازل • ويتم توصيل ملفات المجال أما على التوالي أو على التوازي والشكل ( ١١١ ) يوضح رسم مبسط لدوائر توصيل ملفات المجال لمحرك تيار مستمر ذو أربعة أقطاب •



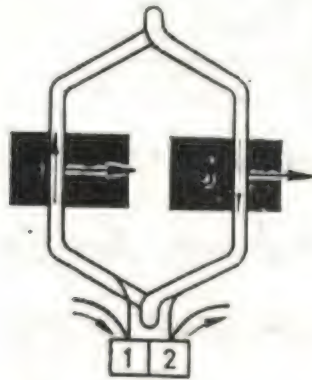
شكل ( ١١١ ) دوائر توصيل ملفات المجال لمحرك ذو أربعة أقطاب

كما يمكن توصيل هذه الملفات توصيلا مركبا (توازي وتوازي) وذلك في حالة المحركات المركبة • هذا ويجب مراعاة اختبار قطبية الأقطاب بعد الانتهاء من توصيل ملفات المجال •



## ٤ - ٣ - ٢ لفات العضو الدوار

يقع كل ملف من لفات العضو الدوار أو عضو الاستنتاج في مجريين من مجارى العضو الدوار . ويتم توصيل جميع الملفات مع بعضها بحيث يمكن للتيار أن يمر خلال جميع الملفات . ويتم توصيل الملفات مع بعضها عند عضو التوحيد ، الذى يتكون من مجموعة شرائح نحاسية بحيث يوصل عند كل شريحة من شرائح عضو التوحيد بداية أحد الملفات مع نهاية ملف آخر . وحيث أن كل ملف يحتوى على جانبين فسوف يكون اتجاه التيار المار فى أحد الجوانب معاكس لاتجاه التيار المار فى الجانب الآخر لنفس الملف، ولذلك يجب أن يقع كلا جانبي كل ملف أسفل قطبين مختلفين والشكل ( ١١٢ ) يوضح ذلك .



شكل ( ١١٢ ) وضع ملفات العضو الدوار بالنسبة للأقطاب

ويجب عزل المجارى قبل اللف ، وذلك لتفادى لمس أسلاك الملفات للقلب الحديدي منعا من حدوث عمليات توصيل بالأرضى . وبإعـى عند إعادة اللف أن يكون العازل من نفس نوع وسطه العازل القديم .

## ٤ - ٣ - ٢ طرق اللف الأساسية

يتم لف محركات التيار المستمر باحدى الطرق التالية :

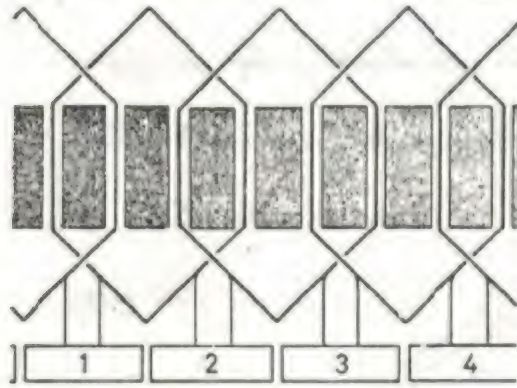
١ - اللف الانطباقي .

٢ - اللف التموجي .

## ٤ - ٣ - ٢ - ١ الف الانطباقي

فى هذا النوع من الف يتم توصيل بداية الملف الأول بأحد شرائح عضو التوحيد بينما توصل نهاية الملف بالشريحة التالية مباشرة حيث يوصل بداية الملف الثانى • وهكذا حتى توصل نهاية الملف الأخير بشريحة عضو التوحيد المتصل به بداية الملف الأول • والشكل ( ١١٣ ) يوضح لف انطباقي بنظام

• ملف لكل مجرى



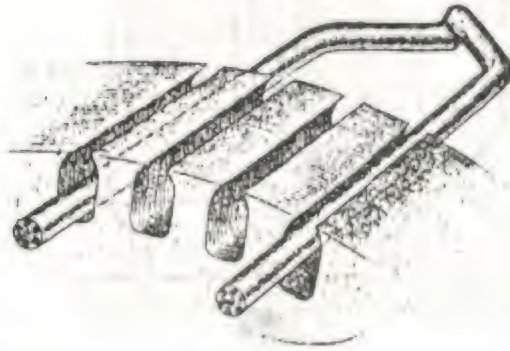
شكل ( ١١٣ ) لف انطباقي نظام ملف لكل مجرى

ومن الشكل نلاحظ أن المسافة بين بداية ونهاية الملف على شرائح عضو التوحيد تكون مساوية للواحد الصحيح ، وتسمى هذه المسافة باسم "خطوة الموحد" كما نلاحظ أيضا أنه فى حالة وجود ملف لكل مجرى يكون عدد شرائح عضو التوحيد نصف عدد المجارى •

وهناك أيضا الف الانطباقي نظام ملفين فى كل مجرى وفى هذا النوع تتواجد جوانب الملفات (ملفين مختلفين على الأقل) فوق بعضها فى المجرى الواحدة • وبذلك أمكن استخدام عدد أكثر من الملفات لنفس عدد المجارى • وهنا أمكن استخدام عضو توحيد ذو عدد شرائح أكبر بحيث تكون الملفات مناسبة لجهد أكبر



ويجب معرفة أن هذا النوع من اللف يكون ممكنا مهما كان عدد المجارى • وتعتبر هذه الطريقة في اللف أكثر شيوعا من تلك التي تحتوى على ملف واحد لكل مجرى • وفى هذا النوع من اللف يضع المرء الملفات فى المجارى بحيث يكون أحد جوانب كل ملف أسفل المجرى بينما يكون الجانب الآخر أعلى المجرى وذلك كما هو موضح بالشكل ( ١١٤ ) كما يكون عدد شرائح عضو التوحيد مساوى لعدد المجارى •



شكل ( ١١٤ ) وضع جوانب الملفات فى اللف الانطباقى نظام  
ملفين لكل مجرى

ولرسم اللف الانفرادى يجب معرفة كل من عدد المجارى ، عدد الأقطاب ، عدد الملفات لكل مجرى • بعد ذلك نحدد عدد المجارى الواقعة أسفل كل قطب وذلك باستخدام العلاقة التالية :

$$\frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \text{الخطوة القطبية}$$

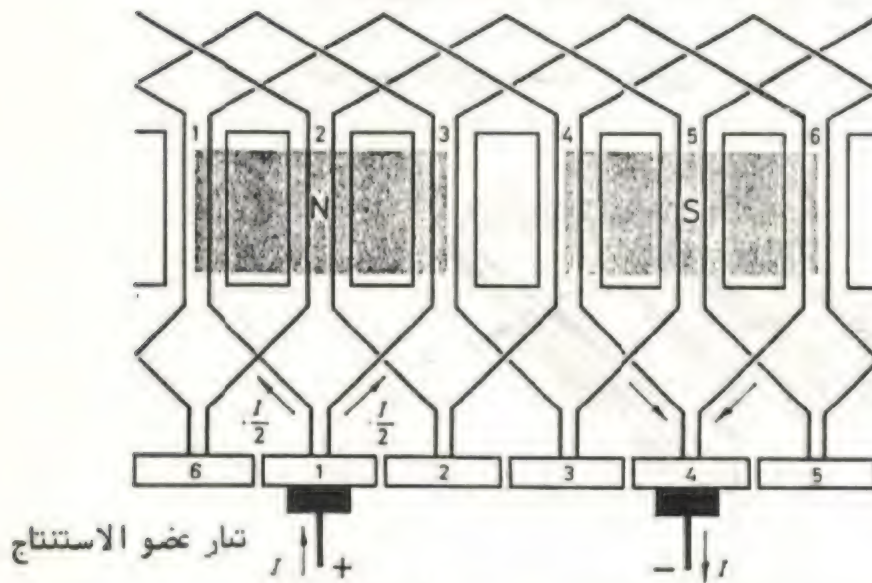
ومن ثم يمكن تحديد اتجاهات التيار فى جوانب الملفات الموجودة أسفل كل قطب ، وكذلك نحدد خطوة اللف • والشكل ( ١١٥ ) يوضح اللف الانفرادى لمفات عضو استنتاج به ستة مجارى لمحرك

تيار مستمر ذو قطبين مستخدما اللف الانطباقى نظام ملفين لكل

• مجرى

$$\text{حيث أن : الخطوة القطبية} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{6}{2} = 3$$

وبالتالى تكون خطوة اللف من ١ ← ٤ وهكذا •



شكل (١١٥) لف انطباقى نظام ملفين لكل مجرى - ٢ قطب ، ٦ مجرى

كما يوضح الشكل (١١٦) اللف الانفرادى لملفات عضو استنتاج

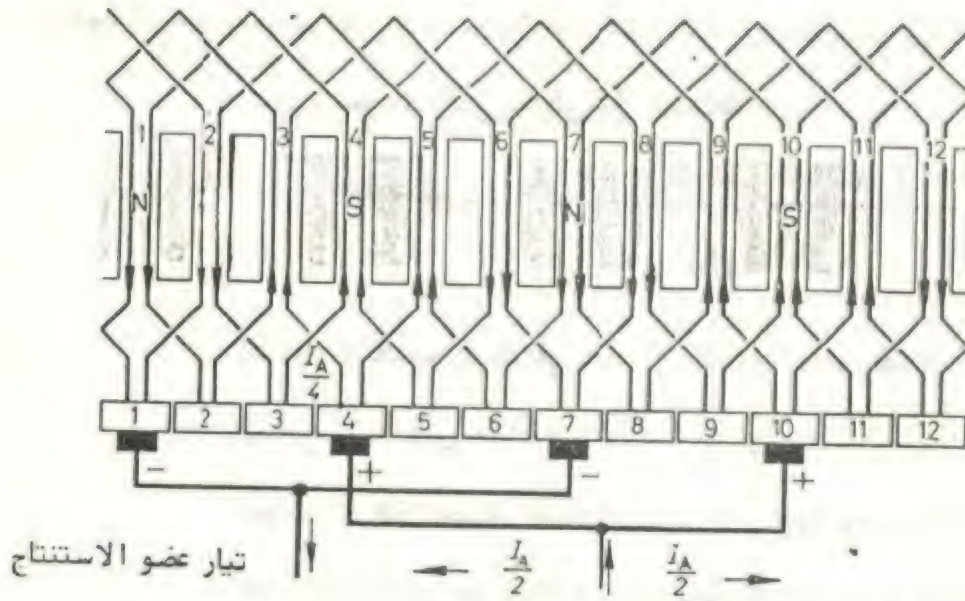
به ١٢ مجرى لمحرك تيار مستمر ذو أربعة أقطاب مستخدما اللف

• الانطباقى نظام ملفين لكل مجرى

$$\text{حيث أن : الخطوة القطبية} = \frac{\text{عدد المجارى}}{\text{عدد الأقطاب}} = \frac{12}{4} = 3$$

وهنا تكون أيضا خطوة اللف من ١ ← ٤ وهكذا •





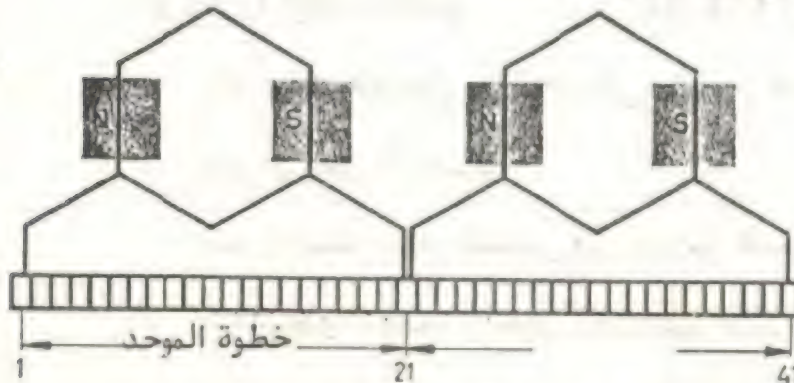
شكل (١١٦) لف انطباقى نظام ملفين لكل مجرى — ٤ أقطاب ، ١٢ مجرى

ونلاحظ أنه في حالة اللف الانطباقى يكون عدد الفرش الكربونية

• مساويا لعدد الأقطاب

٤ — ٣ — ٣ — ٢ اللف التموجى

في هذا النوع من اللف يتم توصيل كل من بداية ونهاية كل ملف بشريحتين متباعدتين من شرائح عضو التوحيد، ويتوقف هذا البعد على كل من عدد الأقطاب في المحرك وعلى عدد شرائح عضو التوحيد • وتتساوى قيمة الخطوة القطبية لهذا النوع من اللف مع قيمة الخطوة القطبية في حالة اللف الانطباقى • والشكل (١١٧) يوضح هذا النوع من اللف



شكل (١١٧) توصيل ملفات لف تموجى

خطوة الموحد: يطلق على عدد شرائح عضو التوحيد الموجودة بين طرفي الملف

خطوة الموحد والتي تعطى من العلاقة :

$$\text{خطوة الموحد} = \frac{\text{عدد شرائح عضو التوحيد} \pm 1}{\text{عدد أزواج الأقطاب}}$$

عدد أزواج الأقطاب

وبالمقارنة باللف الانطباقى نجد أن خطوة الموحد هناك تساوى الواحد

الصحيح . ومن معادلة الموحد نجد أن هناك قيمتين لخطوة

الموحد . فاذا أخذنا القيمة الصغرى فإن هذا يعنى أن الملفات

أثناء اللف تكون غير متقاطعة مع بعضها كما هو موضح بالشكل ( ١١٨ )

ويسمى هذا النوع من اللف باللف المتقدم . أما اذا أخذنا القيمة

الكبرى فإن هذا يعنى أن الملفات أثناء اللف تكون متقاطعة مع

بعضها كما هو موضح بالشكل ( ١١٩ ) ويسمى هذا النوع من اللف باللف

المتقهقر .



شكل ( ١١٩ ) اللف المتقهقر



شكل ( ١١٨ ) اللف المتقدم

واذا تحول التوصيل من متقدم الى متقهقر أو العكس فإن المحرك سوف

يدور فى عكس الاتجاه .

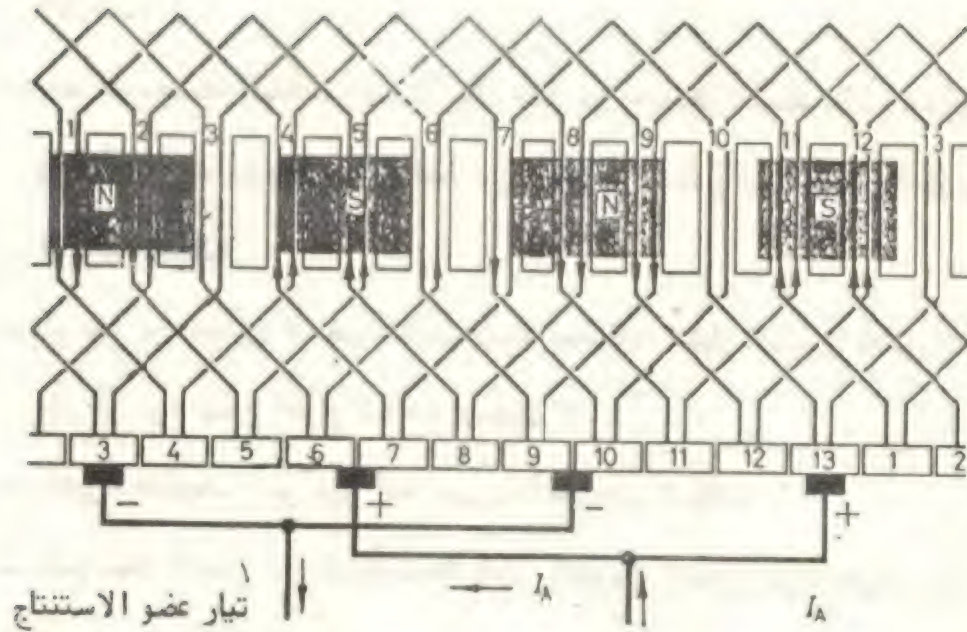
هذا ولا يصلح اللف التموجى لأى عدد من المجارى وكذا لأى عدد من

شرائح عضو التوحيد . ولكى يمكن تنفيذ اللف التموجى يجب أن تكون

قيمة خطوة الموحد عدد صحيح والشكل ( ١٢٠ ) يوضح لف تموجى



لمحرك تيار مستمر ٤ أقطاب ١٣ مجرى •



شكل (١٢٠) لف تموجي ٤ أقطاب ، ١٣ مجرى

## أسئلة للمراجعة

- ١ - أذكر المراحل المختلفة التي تمر بها عملية إعادة لف العضو الثابت لمحرك ثلاثي الأوجه .
- ٢ - عند عد مجموعة الملفات المتصلة بكل خط من خطوط الشبكة ثلاثية الأوجه وجد أن هناك مجموعة واحدة فقط من الملفات • فما هو نوع توصيل الملفات في هذه الحالة ؟
- ٣ - كم نوع من مجارى العضو الثابت يوجد بمحركات التيار المتغير ثلاثي الأوجه • وفى أى نوع يمكن اخراج الملفات بسهولة ؟
- ٤ - ماهى المعلومات التي ترى أنها ضرورية أثناء حل الملفات ؟
- ٥ - وضع لماذا لا يمكن لف الملفات لفا كاملا بالشريط العازل فى المحركات ذات المجارى نصف المقفلة ؟
- ٦ - كيف يتم ترتيب الأوجه فى المحركات ثلاثية الأوجه • و اشرح كل نوع بالتفصيل موضحا اجابتك برسم مبسط لكل نوع .
- ٧ - كم عدد مجموعات الملفات التي يشتملها كل قطب فى محرك ثلاثي الأوجه ؟
- ٨ - كيف توصل ملفات المجموعة الواحدة فى المحركات ثلاثية الأوجه ؟
- ٩ - كم نوع من الملفات توجد فى العضو الثابت لمحرك تيار متغير أحادي الوجه اذكر هذه الأنواع .
- ١٠ - كيف توصل ملفات التشغيل الأساسية الموجودة فى العضو الثابت لمعظم المحركات أحادية الوجه .
- ١١ - محرك وجه واحد ذو وجه مشطور يحتوى عضوه الثابت على ستة ملفات تشغيل كم يكون عدد أقطابه وكم يكون عدد ملفات بدء الحركة ؟
- ١٢ - كم تكون قيمة الدرجة الكهربائية بين ملفات التشغيل وملفات البدء الموجودة بالمحرك أحادي الوجه ؟



١٣ - محرك ذو وجه مشطور يحتوى عضوه الثابت على ٣٦ مجزى وبه ستة ملفات

للتشغيل متصلة على التوالى أوجد مايلى :

أ - عدد أقطاب المحرك .

ب - أكبر خطوة للـ

١٤ - ماذا تعرف عن الحيز الجانبى للملفات ؟ وما الذى يحدث فى حالة زيادة هذا

الحيز عند اعادة لف المحرك ؟

١٥ - ارسم رسما تخطيطيا لملفات بدء حركة متصلة على التوالى لمحرك ذو وجه

مشطور ذو أربعة أقطاب ، اذا علمت أن عضوه الثابت يحتوى على ٣٦ مجزى

وأن كل ملف يشتمل على أربعة لفات .

١٦ - وضع بوسم مبسط كيفية توصيل أقطاب محرك ذو وجه مشطور يحتوى على

أربعة أقطاب موضحا اتجاه مرور التيار فى كل قطب .

١٧ - بما تتميز طريقة اللف بالحزمة ؟

١٨ - كيف يوصل مفتاح الطرد المركزى فى محرك ذو وجه مشطور ؟

١٩ - ماهى فائدة الورنيش الذى يوضع على الملفات بعد الانتهاء من عملية اللف ؟

٢٠ - وضع كيف توصل ملفات المجال فى محركات التيار المستمر موضحا اجابتك

برسم مبسط لكل نوع .

٢١ - لماذا يجب أن يقع جانبى كل ملف من ملفات العضو الدوار لمحرك تيار مستمر

أسفل قطبين مختلفين ؟

٢٢ - أذكر طرق اللف الأساسية المستخدمة فى محركات التيار المستمر موضحا

اجابتك برسم مبسط لكل نوع .

٢٣ - كم تكون قيمة خطوة الموحد فى اللف الانطباقى ؟

٢٤ - ما الفرق بين اللف المتقدم واللف المتقهقر وعلاقة كل منهم بخطوة الموحد فى

حالة اللف التمرجى ؟

وحياتى

فانما هو في الدنيا كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار  
والجنتى في النار كمن هو في النار

والجنتى في النار كمن هو في النار

والجنتى في النار كمن هو في النار



## طبع بمركز طباعة القاهرة

مدير المركز

مهندس / عبد العال عامر عبد العال

